

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

А.В. Бобровский

«10» декабря 2015 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Мубинов Марат Шакирович _____

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

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

3. Исходные данные к дипломному проекту

Шевроле Нива $n_k = 4, \text{кг}$. $m_o = 1400, \text{кол-во мест } 5, V_{\text{max}} = 40,28, \text{ рад/с } 590_{\text{max.}}$,
 $\text{рад/с } 105_{\text{min}}$, $C_x = 0,48, \text{подъем}_{\text{max}} = 0,30, \eta_{\text{тр}} = 0,91, H = 2,34, f_{\text{ко}} = 0,014, \text{ Число передач } 5, \text{ массы передняя ось } 45\%, \text{ задняя ось } 55\%, \text{ Пл. возд. } \text{кг/м}^3 1,293, \text{ Плотность топлива, } \text{кг/л } 0,72$

Цель проекта: Разработка нелинейной характеристики задней подвески

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 технологии сборки задней подвески.

5. Анализ экономической эффективности объекта

Расчёт затрат на производство проектируемой задней подвески и безубыточного объёма производства

6. Безопасность и экологичность объекта

Разработать мероприятия по обеспечению требований охраны труда на участке сборки задней подвески.

Заключение

Список литературы

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

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид.....1 лист формата А1
Графики тягово-динамического расчета1 лист формата А1
Сборочные чертежи.....2 листа формата А1
Детализовка.....3 лист формата А1
Технологическая схема сборки разрабатываемого узла.....1 лист формата А1
Показатели экономической эффективности объекта.....1 лист формата А1

6. Консультанты по разделам

Технологическая /Исследовательская часть _____ /Л.А.Черепанов/

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

Безопасность и экологичность объекта _____ /А.Н. Москалюк/

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

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Л.А. Черепанов

Задание принял к исполнению

М.Ш. Мубинов

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Проектирование
и эксплуатация автомобилей»

А.В. Бобровский

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«10» декабря 2015г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения дипломного проекта

Студента Мубинов Марат Шакирович
по теме «Полноприводный легковой автомобиль 2кл. 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	непредусмотренно		
4. Расчет проектируемого механизма	25.04.2016			
5. Чертежи деталей механизмов и узлов	25.04.2016			
6. Исследовательская 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)

Л.А. Черепанов

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

М.Ш. Мубинов

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Целью настоящего проекта является модернизация задней подвески полноприводного автомобиля второго класса Шевроле Нива

Конструкторская часть содержит все необходимые расчеты задней подвески и расчет тягово-динамических характеристик автомобиля.

Графическая часть включает сборочные чертежи подвески, и чертежи деталей ее составляющих.

В технологическом разделе приводится технологическая схема сборки задней подвески.

В разделе безопасности и экологичности описываются все опасные производственные факторы при изготовлении и сборки проектируемой задней подвески и мероприятия по разработке безопасных условий труда.

Экономические расчеты раскрывают возможные затраты при запуске в производство и в эксплуатации новой конструкции подвески.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Состояние вопроса	
1.1 Назначение подвески.....	11
1.2 Требования предъявляемые к конструкции подвески.....	12
1.3 Классификации конструкций подвесок.....	13
1.4 Обзор и тенденции развития конструкций подвесок.....	17
1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции.....	29
2 Защита интеллектуальной собственности	
(не предусмотрено)	
3 Конструкторская часть	
3.1 Тяговый расчет автомобиля.....	30
3.2 Определение нелинейной характеристики задней подвески.....	45
3.3 Проектирование пружины задней подвески.....	48
3.4 Расчет пружины на прочность.....	50
4 Технологическая часть	
4.1 Анализ технологичности конструкции задней подвески.....	51
4.2 Разработка технологической схемы сборки задней подвески.....	52
4.3 Составление маршрутной технологии.....	58
5 Экономическая часть	
5.1 Расчет себестоимости проектируемой конструкции подвески.....	61
5.2 Расчет точки безубыточности.....	68
5.3 Расчет коммерческой эффективности.....	70
5.4 Расчет общественного эффекта.....	74
6 Безопасность и экологичность объекта	
6.1 Влияние упругого элемента задней подвески на безопасность автомобиля.....	79
6.2 Описание участка.....	83

6.3 Перечень оборудования установленного на участке сборки задней подвески.....	84
6.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов при сборке задней подвески.....	84
6.5 Воздействие опасных и производственных факторов на работающих.....	85
6.6 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда.....	87
6.7 Защита рабочих в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	90
6.8 Инструкция по безопасности и охране труда для слесаря сборочных работ.....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	94
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	95
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	97

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильная промышленность - одна из ведущих отраслей народного хозяйства. Эффективность работы автомобильного транспорта влияет на производительность труда всех отраслей промышленности и сельского хозяйства. Большое значение имеют разработка и создание более прогрессивных моделей автомобильной техники, совершенствование конструкции агрегатов автотранспортных средств, улучшение их эксплуатационных качеств.

Важнейшими направлениями дальнейшего повышения технического уровня автомобильной техники являются уменьшение расхода топлива и масла, снижение трудоемкости технического обслуживания, расхода материалов на изготовление автомобиля, понижение уровня шума и токсичности отработавших газов, повышение надежности и безопасности конструкции.

Высоких показателей топливной экономичности можно достичь в результате дальнейшего уменьшения массы автомобиля, установки дизелей, улучшения аэродинамических показателей, совершенствования конструкций трансмиссий и других узлов, а также расширения применения электронных устройств, позволяющих поддерживать оптимальные режимы движения. Масса автомобиля может быть уменьшена при широком использовании легких сплавов, пластмасс, высокопрочных сталей, а также при рациональном конструировании сборочных единиц и деталей с помощью ЭВМ.

Единая система конструкторской документации ЕСКД устанавливает единый порядок, последовательность и организацию проектирования новых изделий, а также единые правила оформления и выполнения конструкторской документации. Введение ЕСКД способствует кооперированию производства и позволяет устранить изменения в технической документации при ее передаче с одного предприятия на другое.

Актуальной является проблема обеспечения высокого качества проектных работ, выполняемых в течение ограниченного времени.

Применение ЭВМ дает возможность ускорить конструкторские расчеты, осуществить математическое моделирование сложных физических процессов, учитывать значительно большее число факторов при расчетах, а, следовательно, более обоснованно выбрать конструктивные параметры проектируемого автомобиля.

Внедрение системы автоматизированного проектирования САПР позволяет снизить продолжительность и трудоемкость конструкторских работ и обеспечить взаимосвязь конструкторской подготовки производства с подсистемами автоматизированной системы управления производством и автоматизированной системой управления технологическими процессами.

При конструировании необходимо в первую очередь определить требования, предъявляемые к автомобилю, учитывающие условия его эксплуатации, производственные возможности и т.п. Однако полностью удовлетворить все предъявляемые требования невозможно. Поэтому конструктор в каждом конкретном случае отдает предпочтение наиболее важным требованиям, предъявляемым к данному автомобилю или проектируемому агрегату.

Основными устройствами, защищающими автомобиль от динамических воздействий дороги и сводящими колебания и вибрации к приемлемому уровню, являются подвеска и шины.

Многолетний опыт показывает, что неровности дороги и вызываемые ими колебания кузова и колес автомобиля ведут, как правило, к ухудшению всех его эксплуатационно-технических качеств и к тем большему, чем хуже качество дороги.

Можно считать, что на дорогах с неровной поверхностью снижается производительность автомобиля вследствие уменьшения скоростей движения и увеличения простоев, возрастают расходы на техническое обслуживание и ремонты.

Кроме этих прямых потерь есть и косвенные, вызванные, в частности, слабым использованием сети дорог с неровной поверхностью.

Есть два пути уменьшения этих потерь - строительство дорог с усовершенствованным покрытием и улучшение качества подвески. Оба направления дополняют друг друга, так как строительство дорог - процесс длительный и дорогостоящий. Кроме того, всегда требуется некоторое количество автомобилей повышенной и высокой проходимости, которым необходима совершенная подвеска.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески

Автомобильная подвеска — это устройство, которое обеспечивает упругое сцепление колес автомобиля с несущей системой, а также регулирует положение кузова во время движения и уменьшает нагрузки на колеса. Современное автомобилестроение предлагает различные типы автомобильных подвесок: пневматические, пружинные, рессорные, торсионные и т.д. Направляющие устройства подвески. Совокупность устройств, связывающих колеса и кузов автомобиля, образует подвеску. Основное назначение подвески состоит в преобразовании воздействия на автомобиль со стороны дороги в допустимые колебания кузова и колес. Эти взаимодействия должны быть такими, чтобы автомобиль не только быстро набирал скорость (разгонялся), но и мог еще быстрее замедлять ход (вплоть до полной остановки). Кроме того, машина во время движения должна легко управляться и быть устойчивой. Для выполнения названных задач и служит подвеска, конструкция которой определяет основные эксплуатационные свойства легковых автомобилей, включая безопасность движения.

При движении автомобиля колеса перемещаются относительно кузова и дороги в вертикальном и горизонтальном направлениях, а также под углом (вращение вокруг оси, наклон относительно кузова и дороги, вращение вокруг оси поворота — оси шкворня). Для выполнения требований, связанных с эксплуатационными свойствами автомобиля, приходится существенно ограничивать перемещение колес. При поперечном (боковом) перемещении колес в горизонтальных направлениях изменяется колея, а при продольном — база автомобиля. Наличие таких перемещений приводит к увеличению сопротивления движению, износу шин, ухудшению устойчивости и управляемости. Вертикальные перемещения колес относительно кузова у легковых автомобилей могут превышать 20 см. Углы поворота колес составляют 30...

45°.

Для того чтобы автомобиль успешно разогнался и тормозил, хорошо «держал» дорогу, необходимо иметь надежное сцепление колес с ее поверхностью. Влияет ли подвеска на сцепление? Безусловно. Сцепление зависит не только от характеристик протектора шин и качества дороги, но и от нагрузки, которая передается на колеса. Изменение вертикальной нагрузки на колеса определяется прогибом рессор и усилиями со стороны амортизаторов. При уменьшении вертикальной нагрузки снижается сцепление колес с поверхностью дороги.

1.2 Требования предъявляемые к конструкции подвески

Подвеска передних и задних колес, служащая соединительным звеном между дорогой и кузовом автомобиля, должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- 1) Надежная передача от колес кузову или раме продольных и поперечных усилий и моментов;
- 2) Обеспечивать требуемую устойчивость и управляемость движения автомобиля;
- 3) Упругая характеристика подвески должна обеспечивать высокую плавность хода и отсутствие ударов в ограничители хода, противодействовать кренам при повороте, «клевкам» при торможении и разгоне автомобиля;
- 4) Кинематическая схема должна создать условия для возможного малого изменения колеи;
- 5) Обеспечить оптимальную величину затухания колебаний кузова и колес;
- 6) Обеспечивать максимально надежную безопасность движения при допускаемых скоростях, как по прямой, так и на поворотах;
- 7) Достаточная прочность и долговечность подвески и особенно упругих элементов, относящихся к числу наиболее нагруженных частей деталей подвески. Долговечность должна быть обеспечена предварительным

расчетом и в последствии подтверждена испытаниями на сопротивление усталости;

8) Обеспечивать приемлемый перепад высоты положения кузова относительно земли в полностью груженом и снаряженном весовом состоянии.

9) Быть компактной для обеспечения максимального пространства для салона и размещения смежных узлов и агрегатов;

10) Иметь малую общую массу неподрессоренных частей для обеспечения ходовых качеств автомобиля;

11) Иметь малую общую массу всех деталей и узлов для обеспечения низкой материалоемкости;

12) Быть агрегируемой для обеспечения сборки узлов и проведения требуемых регулировок до монтажа на автомобиль и возможность автоматизации установки подвески на автомобиль в линии конвейера;

13) Быть простой по конструкции и технологичной в изготовлении узлов и деталей для обеспечения низкой стоимости производства;

Всем перечисленным требованиям должна удовлетворять задняя подвеска, которую необходимо выбрать и принять к разработке на перспективный переднеприводный автомобиль.

1.3 Классификации конструкций подвесок

Конструкция подвески зависит от того, для каких колес она применяется: передних или задних, ведущих или нет. Кроме того, различают зависимые и независимые подвески. К последним относятся подвески на двойных поперечных рычагах и с направляющими пружинными и амортизаторными стойками, которые требуют мало места в поперечном направлении, оставляя, например, в середине место для двигателя. Другие независимые подвески на продольных и на косых рычагах почти не занимают пространства по высоте и позволяют получить широкий багажник с плоским полом. На всех зависимых подвесках балка перемещается на полную величину хода подвески. Свободное место, которое должно быть оставлено для этого сверху, уменьшает объем заднего багажника и затрудняет размещение запасного колеса. Спереди такая

балка оказалась бы под двигателем, и для обеспечения достаточного хода сжатия потребовалось бы поднять двигатель или сместить его назад. По этой причине зависимые передние подвески применяются только на грузовых автомобилях и полноприводных многоцелевых легковых автомобилях. По отношению к ним конструкция подвески со связанными рычагами может считаться промежуточной между зависимой и независимой подвесками.

Ходовая часть легкового автомобиля должна с запасом удовлетворять условиям движения, которые могут быть созданы двигателем. В условиях все возрастающих ускорений, скоростей движения (в том числе и на поворотах) и замедлений ходовая часть должна надежно обеспечивать безопасность движения. Эти требования легче выполнить, применяя независимые подвески, которые имеют следующие основные преимущества:

- компактность;
- возможность кинематического или эластокинематического изменения схождения колес в направлении недостаточной поворачиваемости;
- небольшая масса;
- отсутствие взаимовлияния колес.

Два последних преимущества важны для хорошего сцепления с дорогой, особенно на поворотах с волнистым дорожным покрытием.

Поперечные и продольные рычаги обеспечивают желательные кинематические характеристики колес при ходах сжатия и отбоя и осуществляют передачу сил на кузов. Боковые силы образуют дополнительно момент, усиливающий поперечный крен кузова на повороте. Опоры рычагов деформируются под нагрузкой и влияют на характеристики упругости: либо увеличивают жесткость за счет скручивания резиновых элементов, либо трение за счет скольжения деталей.

Зависимые подвески также имеют целый ряд недостатков, существенных для легковых автомобилей, но допустимых для средних и тяжелых грузовых автомобилей:

- большая масса балки при расположении в ней главной передачи;

- склонность к смещению на дороге с поперечными волнами;
- взаимосвязанное положение колес рисунок 1;

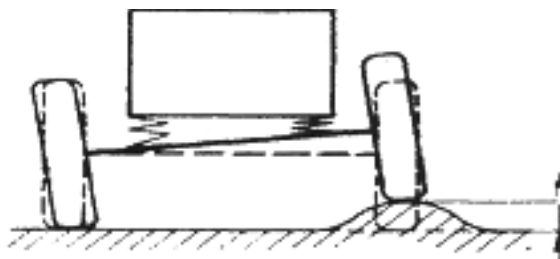


Рисунок 1 – Взаимосвязанное положение колес

- собственный поворот оси при прямолинейном движении по дороге с выбоинами (т. е. разноименном или одностороннем ходе подвески);
- необходимость свободного пространства над осью, соответствующего ходу сжатия подвески;
- перераспределение колесных нагрузок под действием тягового момента, особенно при установке сдвоенных шин;
- малое расстояние между опорами упругих элементов на кузове, которое может быть увеличено лишь при усложнении конструкции.

Расстояние между пружинами, как правило, меньше колеи, соответственно уменьшается и жесткость при разноименном ходе подвески. Исходя из жесткости при равностороннем ходе, получается, что поперечный крен кузова под действием центробежной силы, приложенной в центре масс автомобиля, при зависимой подвеске увеличивается.

За счет совершенствования деталей подвески и соответствующего исполнения упругих и демпфирующих элементов характеристики зависимых подвесок ведущих колес удалось улучшить настолько, что, несмотря на тяжелую главную передачу, они применяются в настоящее время на крупносерийных лимузинах и купе достигающих скорости 190 км/ч.

Из-за большой массы зависимая подвеска ведущих колес на волнистой, неровной дороге (в особенности на поворотах) не достигает по уровню параметров независимых подвесок, однако склонность к смещению может быть в определенной степени снижена установкой газонаполненных однотрубных

амортизаторов. Эти амортизаторы, правда, дороже, однако позволяют без заметного ухудшения плавности хода повысить усилие сжатия. В результате усилие демпфирования будет лучше противодействовать подкакиванию колес при ходе сжатия. Эта мера является самым простым и, возможно, самым экономичным способом устранения основного недостатка зависимой подвески.

В отличие от автомобилей классической компоновки, на переднеприводных картина другая: у них зависимая задняя подвеска имеет скорее преимущества, чем недостатки. Она получается не тяжелее сопоставимых независимых подвесок и, кроме того, дает возможность получения высокого центра крена (что желательно для автомобилей с таким приводом). Другие преимущества зависимой подвески:

- простота и экономичность изготовления;
- отсутствие изменения колеи, схождения и развала при ходах подвески, что обуславливает малый износ шин и хорошую боковую устойчивость;
- постоянство развала колес при крене кузова на повороте, т.е. стабильная передача шинами боковых сил;
- восприятие момента боковых сил поперечной штангой (например, тягой Панара), которую можно расположить почти на любой высоте, что позволяет изменять поворачиваемость под действием боковой силы.

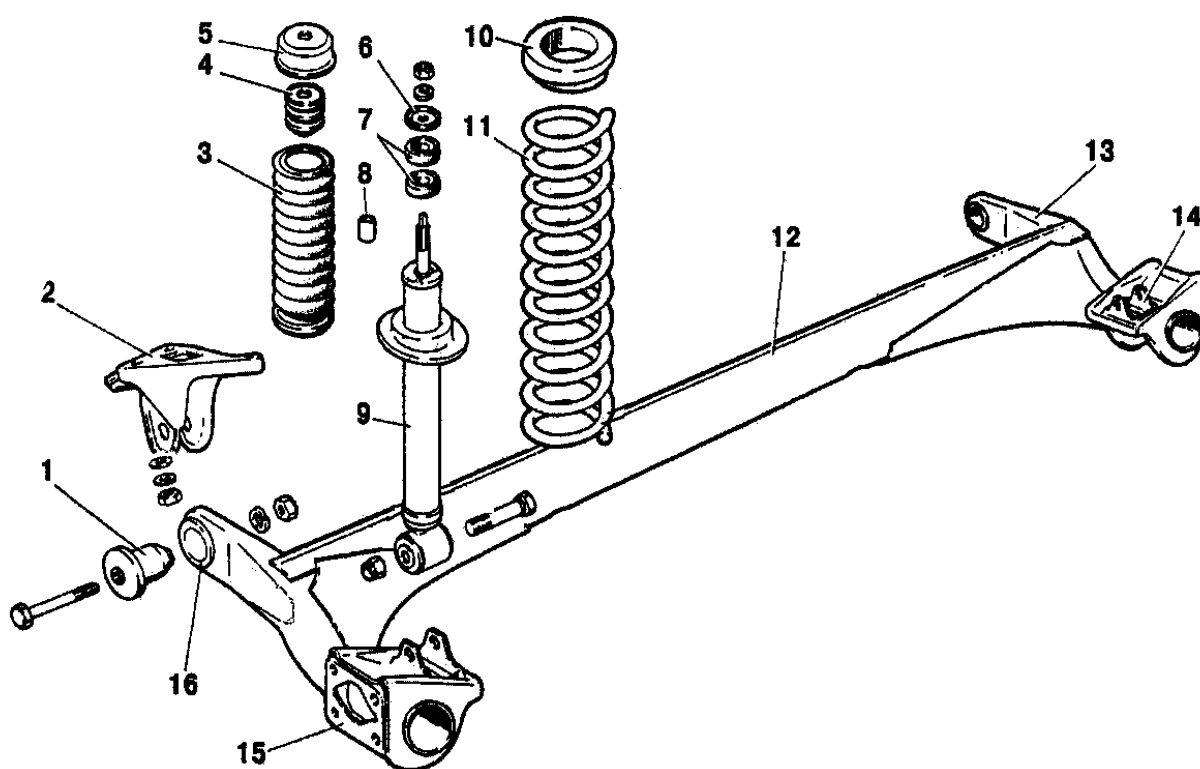
Неразрезной задний мост может быть подвешен на наклонных продольных рычагах или продольных рессорах таким образом, что при движении на повороте он повернется (в плане) на небольшой угол относительно продольной оси автомобиля, при этом с наружной стороны база несколько уменьшается, а с внутренней соответственно увеличивается. Задний мост поворачивается в направлении поворота автомобиля, способствуя тем самым недостаточной поворачиваемости. Такая подвеска хотя и может отрицательно сказаться при движении по неровным дорогам, однако противодействует присущей легковым автомобилям классической компоновки тенденции к избыточной поворачиваемости при движении на поворотах. При зависимой подвеске ведущих колес автомобиль реагирует на изменение подачи

топлива, хотя и не в такой степени, как при подвеске на косых рычагах.

На переднеприводных автомобилях ведомым колесам можно придать отрицательный развал, что несколько улучшает передачу шинами боковых сил, но иногда ухудшает характер износа. Такое же решение возможно и для подвески со связанными рычагами. Ее конструкция является промежуточной между зависимой и независимой подвесками.

1.4 Обзор и тенденции развития конструкций подвесок

1.4.1 Подвеска автомобиля «ВАЗ 2108»



1-Резинометаллический шарнир, 2-Кронштейн крепления рычага подвески, 3-кожух амортизатора, 4-буфер хода сжатия, 5-крышка кожуха, 6-опорная шайба, 7-подушка амортизатора, 8-распорная втулка, 9-амортизатор, 10-изолирующая прокладка, 11-пружина задней подвески, 12-соединитель рычагов, 13-рычаг балки задней подвески, 14-кронштейн крепления амортизатора, 15-фланец, 16-втулка рычага.

Рисунок 2 – Схема подвески автомобиля ВАЗ-2108

Конструкция подвески рисунок 2 имеет: направляющий элемент - продольные рычаги из труб, связанные между собой жесткой на изгиб и податливой на кручение поперечиной U-образного открытого вперед профиля, расположенной между осью качания рычагов и осью колес. Рычаги в сборе болтами крепятся через резинометаллические шарниры и кронштейн к кузову; гасящий элемент - гидравлический телескопический амортизатор двустороннего действия с креплением нижней проушины болтом к продольному рычагу через резинометаллический шарнир в зоне оси колес и сверху - штыревым креплением через резиновые подушки к опоре пружины на арке колеса; упругий элемент - цилиндрическая винтовая пружина, устанавливаемая над колесом на амортизаторе с опорой сверху - на арку кузова через резиновые прокладки, внизу - на чашку, приваренную к амортизатору.

а) Положительные свойства данной подвески:

- 1) малая масса всех поддрессоренных и неподдрессоренных ее частей;
- 2) малое общее количество деталей;
- 3) конструктивно проста;
- 4) имеется накопленный опыт производства;
- 5) малое количество точек крепления к кузову;
- 6) хорошая комфортабельность по плавности хода, устойчивость, управляемость и безопасность на всех режимах движения.

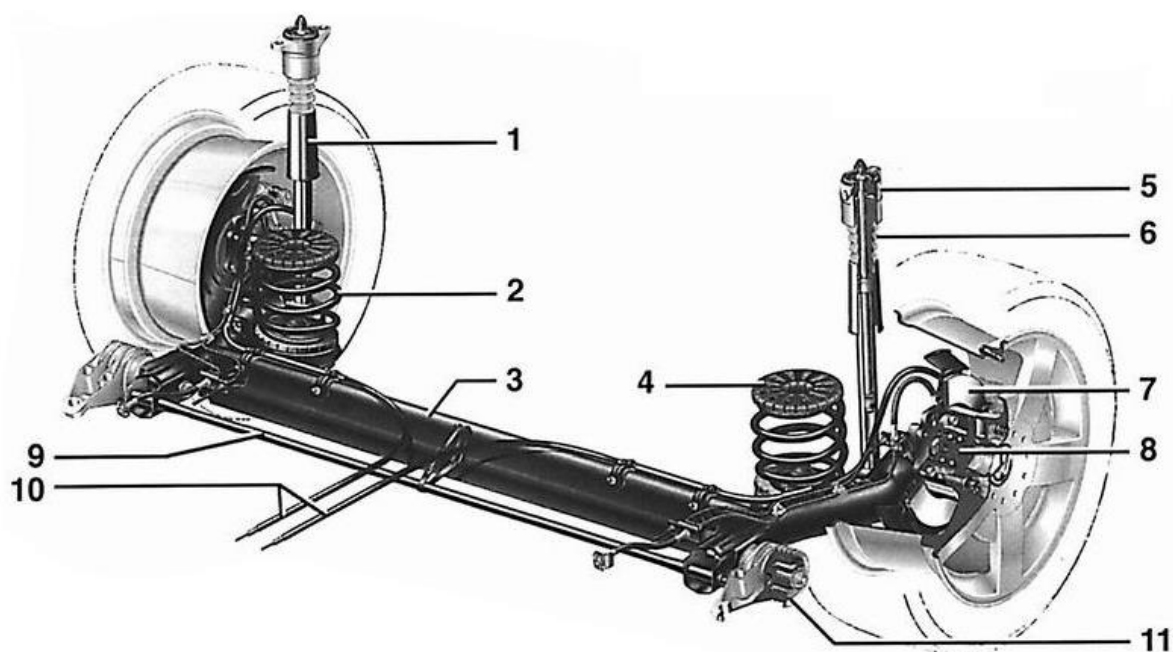
б) Недостатки данной подвески:

- 1) неагрегатируема и поэтому невозможна автоматическая установка подвески на автомобиль;
- 2) уменьшает проем багажника из-за наличия пружин над колесами;
- 3) имеет некоторые технологические и технические сложности в выполнении требуемых сварочных зазоров, необходима высокая культура производства для поддержания требуемого качества;
- 4) высокая загруженность сварочных швов, ограниченный ресурс;
- 5) не ремонтпригодность по соединителю рычагов;
- 6) не на требуемом уровне шума и виброизоляция кузова;

7) невыполним требуемый перепад по высоте расположения кузова, в груженом и снаряженном состоянии, без снижения свойств по плавности хода.

1.4.2 Подвеска автомобиля «Опель - Астра»

Конструкция подвески рисунок 3 имеет: направляющий элемент – листоштампованные с разъемом в горизонтальной плоскости сварные продольные рычаги, связанные между собой жесткой на изгиб и податливой на кручение поперечиной U – образного сечения, расположенной между осью качения рычагов и осью колес. Внутри поперечины устанавливается стабилизатор поперечной устойчивости с болтовым креплением к рычагам.



1 – амортизатор, 2 – пружина, 3 – балка, 4 – верхняя опора пружины, 5 – опора амортизатора, 6 – буфер, 7 – тормозной диск, 8 – подшипник, 9 – стабилизатор, 10 – троса ручного тормоза, 11 – резинометаллическая опора.

Рисунок 3 – Схема подвески автомобиля « Опель-Астра »

Рычаги в сборе болтами крепятся через резинометаллические опоры и кронштейн к кузову; упругий элемент - бочкообразная или коническая винтовая, из прутков переменного сечения, пружина устанавливаемая с передаточным числом, внизу на опору, приваренную к рычагам, через

резиновую прокладку и сверху через резиновую прокладку на опору, приваренную к лонжерону; гасящий элемент – гидравлический телескопический амортизатор двойного действия, устанавливаемый с наклоном в поперечной плоскости штыревым креплением, внизу - через резиновые подушки к кронштейну, приваренному к полу.

а) Преимущества данной подвески:

- 1) Малая масса подвески и неподрессоренной ее части;
- 2) Малое общее количество деталей, конструктивно проста;
- 3) Малое число точек крепления к кузову;
- 4) хорошая комфортабельность по плавности хода, устойчивость, управляемость и безопасность на всех режимах движения;
- 5) удовлетворительная компактность - пружина устанавливается под полом;
- 6) имеется накопленный опыт производства рычагов в сборе.

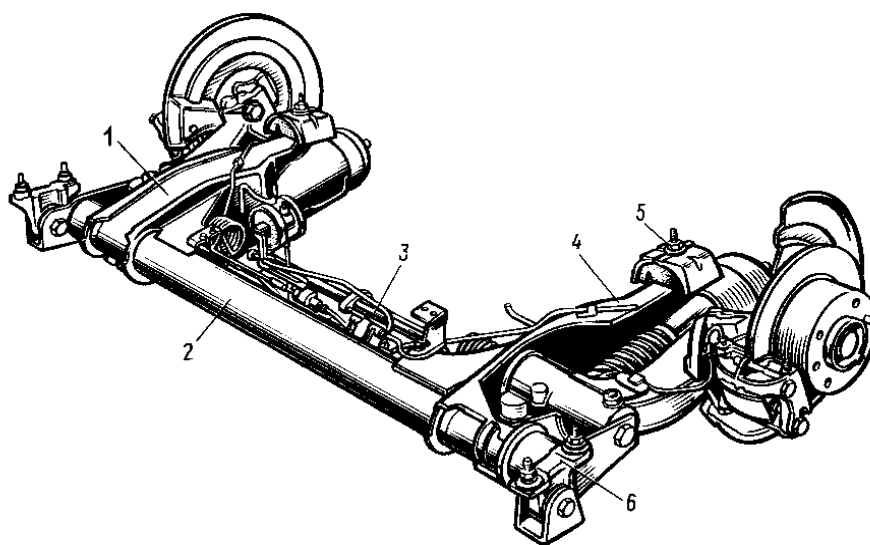
б) Недостатки данной подвески:

- 1) неагрегируема и поэтому невозможна автоматическая установка подвески на автомобиль;
- 2) уменьшает проем багажника из-за наличия пружин над колесами;
- 3) имеет некоторые технологические и технические сложности в выполнении требуемых сварочных зазоров, необходима высокая культура производства для поддержания требуемого качества;
- 4) высокая нагруженность сварочных швов, ограниченный ресурс;
- 5) нет опыта производства бочкообразных или конических пружин;
- 6) недостаточная шумо и виброизоляция кузова;
- 7) невыполним требуемый перепад по высоте расположения кузова в снаряженном и груженом состоянии без снижения свойств по плавности хода.

1.4.3 Подвеска тип «Ситроен ВХ»

Конструкция подвески рисунок 4 имеет: направляющий элемент – продольные литые рычаги, устанавливаемые на конических роликовых подшипниках на подрамнике и крепящиеся длинным болтом – осью к

лонжерону. Подрамник состоит из поперечной трубы с приваренными к ней листоштампованными лонжеронами. Подрамник через резиновые опоры крепится к полу кузова в четырех точках. На рычагах устанавливается стабилизатор; упругий элемент - гидропневматический элемент, устанавливаемый почти горизонтально с передаточным числом равным трем, с креплением через сферическую опору на выступе – плече рычага внизу, и лонжероне подрамника – вверху; функции гасящего элемента выполняет ГПЭ.



1,4 – лонжероны, 2 – поперечная труба, 3 – стабилизатор, 5,6 – резиновые опоры.

Рисунок 4 – Схема подвески автомобиля « Ситроен ВХ »

а) Преимущества данного типа подвески:

- 1) Малая масса неподрессоренной части;
- 2) Агрегатируемая, отличная компактность;
- 3) Хорошая надежность и долговечность в эксплуатации;
- 4) Отличная плавность хода и шумоизоляция от дорожных шумов и жесткого качения радиальных шин;
- 5) Выполняется положения кузова при любой нагрузке.

б) Недостатки данного типа подвески:

- 1) Повышенная общая масса подвески;
- 2) Конструктивно сложная и дорогостоящая в изготовлении;

1.4.4 Независимая подвеска типа "Дион"

Стремясь как можно больше "облегчить" задний мост рисунок 5 инженеры многих автомобильных компаний начали применять подвеску типа "Де Дион", названную по имени своего изобретателя, француза Альберта Де Диона.

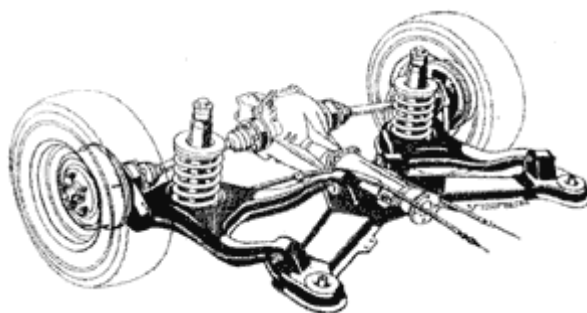


Рисунок 5 – Схема подвески автомобиля Alfa Romeo

Главное ее отличие - картер главной передачи теперь отделен от балки моста и прикреплен непосредственно к кузову. Теперь крутящий момент передается от двигателя автомобиля к ведущим колесам через полуоси, качающиеся на шарнирах равных угловых скоростей. Нечто похожее применяется на внедорожных автомобилях, в конструкции передней подвески независимого типа. В свое время эта подвеска была довольно популярна в спортивном автомобилестроении. Теперь же ее можно встретить нечасто, преимущественно на автомобилях Alfa Romeo середины 70-х годов.

Но, несмотря на совершенствование конструкции, все независимые подвески обладают одним и весьма существенным минусом: проявляется несбалансированное поведение автомобиля при старте и торможении. Машина начинает "приседать" при интенсивном разгоне и "клевать носом" во время торможения. Для устранения этого эффекта стали применять дополнительные направляющие элементы.

Кроме того, существует вариант подвески с одним рычагом на колесо - это независимая подвеска на продольных рычагах рисунок 6.

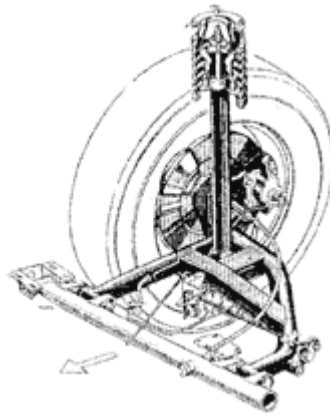


Рисунок 6 – Схема независимой подвески на продольных рычагах

Здесь колесо автомобиля оказывается подвешенным на одном рычаге, который направлен параллельно оси движения машины. Такая конструкция очень часто встречается в качестве задней подвески на небольших переднеприводных автомобилях.

1.4.5 Подвеска автомобиля «Peugeot 206 RC»

Независимая торсионная на продольных рычагах, усилена двумя диагональными рычагами рисунок 7.

При всем широком разнообразии конструкций современных подвесок ведущие автомобильные фирмы мира нередко останавливают свой выбор на торсионных.

Проанализируем основные технические особенности торсионной подвески. Ее упругим элементом является торсион - стальной стержень определенной длины, работающий на скручивание. Один из концов такого стержня жестко закреплен на раме или несущем кузове автомобиля. А на другом конце установлен рычаг. Усилие на его свободном конце создает момент, закручивающий торсион. Продольная и боковая силы на торсион практически не действуют, поскольку воспринимаются его опорами.

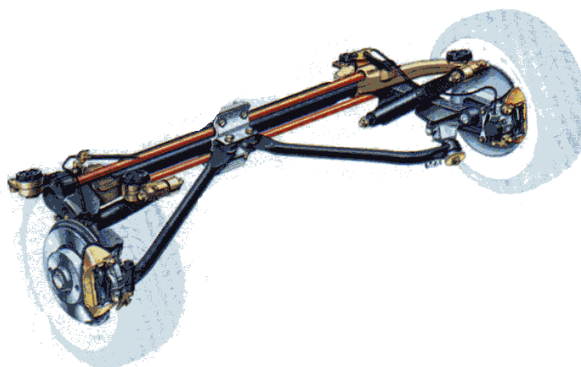


Рисунок 7 – Схема подвески автомобиля «Peugeot 206 RC2»

1.4.6 Подвеска автомобиля «Audi A3»

Независимая многорычажная подвеска.

Независимая, пружинная, многорычажная со встроенным стабилизатором.

Данная подвеска имеет оптимальное распределение поперечных и продольных нагрузок по соответствующим рычагам имея нейтральный характер управляемости рисунок 8. Многорычажная схема позволила унифицировать подвеску подрамник версии «quattro» - стальной. Все колесные подшипники выполнены как единая деталь со ступицами.

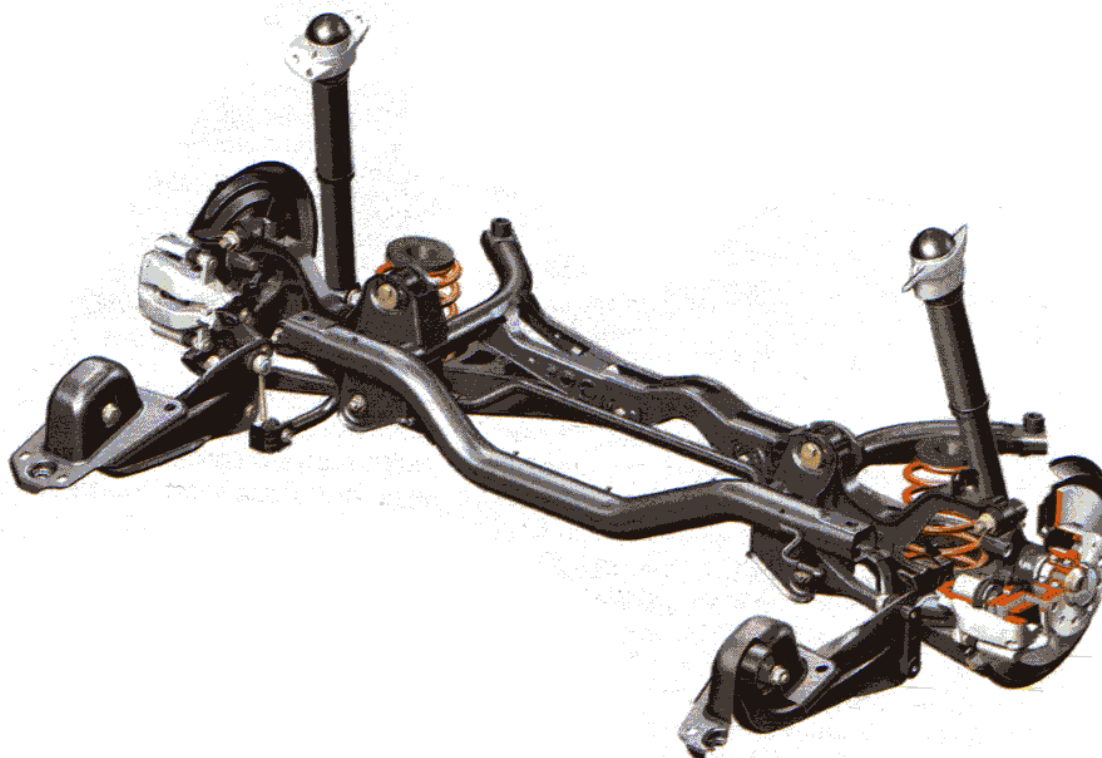


Рисунок 8 – Схема подвески автомобиля «Audi A3»

1.4.7 Подвеска автомобиля «Jaguar XJR»

Независимая, пневматическая, на двойных рычагах, со встроенным стабилизатором рисунок 9.

В данном типе подвески в качестве упругого элемента применены пневмоэлементы, за счёт чего можно изменять положение кузова относительно дороги в зависимости от скорости движения автомобиля.

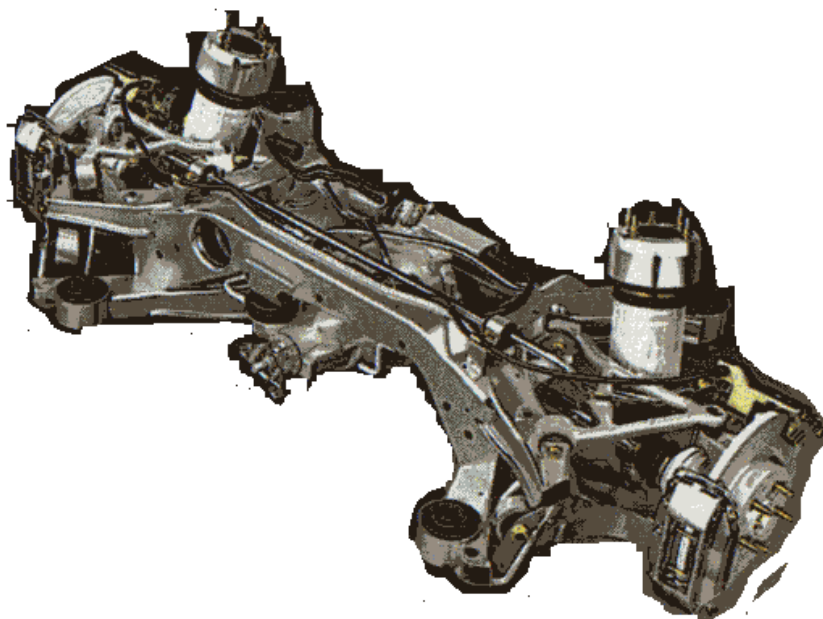


Рисунок 9 – Схема подвески автомобиля «Jaguar XJR»

– Задняя зависимая подвеска.

На сегодняшний день применение такого типа подвесок уже, скорее, исключение из правил, хотя еще несколько десятков лет тому назад это было в порядке вещей.

Подвеска рисунок 10 с цилиндрическими винтовыми пружинами в качестве упругих элементов. Как пример можно привести конструкцию задних подвесок классических автомобилей.

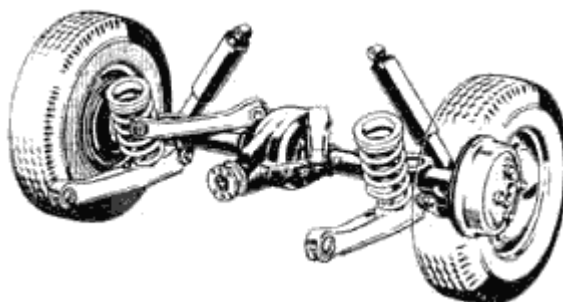


Рисунок 10 – Схема зависимой подвески

В этом случае балка заднего моста "подвешивалась" на двух винтовых пружинах и дополнительно крепилась к кузову при помощи продольных рычагов. Кроме этого, для улучшения управляемости, уменьшения крена кузова в поворотах и улучшения плавности хода была установлена поперечная реактивная штанга.

Но, несмотря на все эти конструкторские ухищрения, остался один недостаток, которого так и не удалось избежать - значительная масса балки заднего моста. Этот показатель особенно возрастает, когда мост выполняется ведущим: приходится "нагружать" балку весом картера главной передачи, редуктора и т.п. А приводит все это к возрастанию так называемых неподрессоренных масс, из-за чего значительно ухудшается плавность хода, появляются вибрации.

1.4.8 Задняя подвеска переднеприводного автомобиля "Renault –18" 1978г. С двумя продольными реактивными тягами.

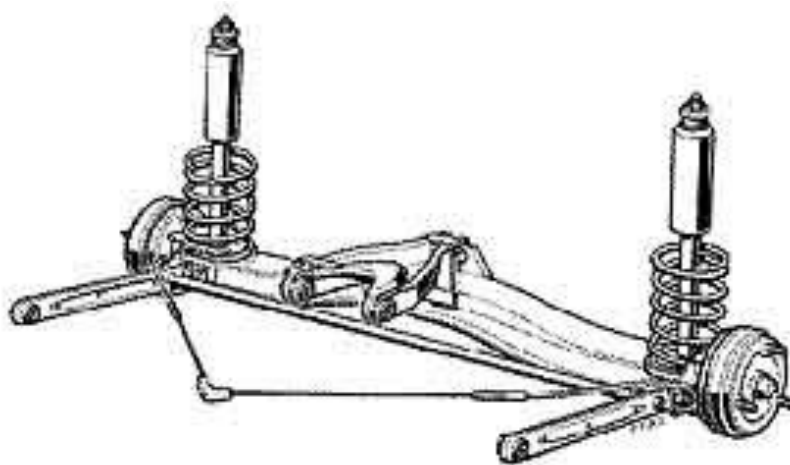


Рисунок 11 – Схема подвески автомобиля Renault

Верхний треугольный рычаг рисунок 11 передает на кузов боковые и продольные силы, точка его крепления к балке подвески является одновременно центром крена. Пружины и амортизаторы опираются на балку подвески. Стабилизатор размещен на небольшом расстоянии перед балкой и приварен с обеих сторон к нижним продольным рычагам, которые участвуют в восприятии тормозного момента и изолируют кузов от жесткого качения радиальных шин. Под действием крена кузова мост поворачивается вокруг

вертикальной оси в сторону, соответствующую избыточной поворачиваемости, что уменьшает главный изъян переднего привода сильно выраженную недостаточную поворачиваемость.

1.4.9 Подвеска автомобиля «Audi-100» 1976г

Подвеска со скручивающей балкой рисунок 12 автомобиля имеет амортизаторы с пружиной, которые крепятся в точках 6, смещенных к самому колесу, что позволяет эффективно противодействовать боковым колебаниям. Продольные рычаги из-за этого приварены к балке с некоторым смещением к середине и усилены накладкой 5.

В U – образном профиле была увеличена высота его щек, что привело к повышению сопротивления кручению. Тяга 3 распределяет боковые силы, переданные тягой Панара 2, на две точки крепления к кузову 1 и 4.

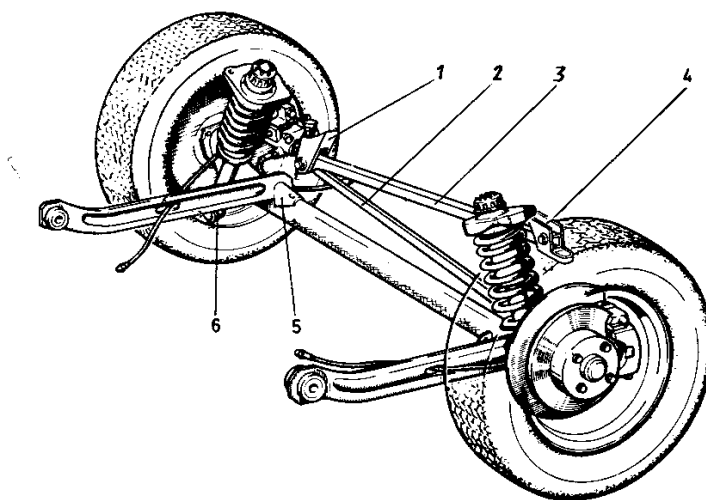


Рисунок 12 – Схема подвески автомобиля «Audi – 100»

Тяга Панара расположена за осью и обусловленную этим тенденцию к недостаточной поворачиваемости под действием боковых сил удалось преодолеть за счет удлинения рычагов.

Недостатком этих изменений является то, что центры продольного крена сместились вперед, противодействие продольному крену при торможении уменьшилось.

1.4.10 Подвеска автомобиля “Lancia V10” (1985г.)

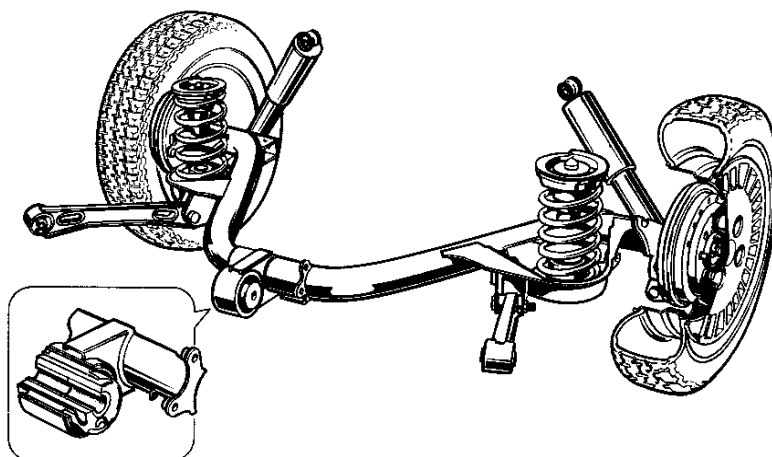


Рисунок 13 – Схема подвески автомобиля Lancia

Для того, чтобы предотвратить продольные клевки кузова рисунок 13 при разгоне и торможении, а также исключить возникновение крутильных колебаний моста относительно своей оси, конструкторы ряда фирм (FIAT, Opel и другие) предложили зависимую подвеску с “дышлом”, которая прифланцовывается к картеру главной передачи, а передней частью опирается на поперечину кузова с резиновыми втулками.

Балка перемещается в вертикальной плоскости по дуге с центром внутри опоры, жесткость которой в разных направлениях разная, и максимальная — в боковом. Поэтому опора вместе с тягой Панара может воспринимать боковые реакции.

В вертикальном же направлении ее жесткость прогрессивно возрастает, чтобы воспринять вертикальные реакции моста.

В продольном направлении жесткость наименьшая, поскольку основную роль в передаче продольных (тормозных и тяговых) реакций играли две штанги, шарнирно прикрепленные к чашкам пружин.

Имея несомненные достоинства, эта конструкция все же была вытеснена более совершенными, с меньшей неподрессорной массой.

Показанный в увеличенном масштабе резиновый элемент опоры трубчатого дышла отличается заданной продольной податливостью. Такие же

шарниры имеют и боковые штанги.

1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции

Из анализа существующих типов подвесок можно сделать вывод, что развитие задних подвесок в целом идет по пути уменьшения неподрессоренной массы, затрат на изготовление и сборку, стоимости, в тоже время соответствовать возросшим требованиям по комфорту, ездовым свойствам и экономии пространства. В данном дипломном проекте, модернизация задней подвески автомобиля заключается в следующем: предлагается замена в задней подвеске упругого элемента, взамен стандартной цилиндрической пружины применить коническую пружину с более прогрессивной характеристикой, благодаря ее форме и более высокой жесткости по сравнению с цилиндрической пружиной она позволяет работать подвеске в более агрессивных условиях, также разгружая другие детали задней подвески, увеличивая их срок службы и надежность работы.

2 Защита интеллектуальной собственности

(не предусмотрено)

3 Конструкторская часть

3.1 Тяговый расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные

Исходные данные для проведения тягово-динамического расчета таблица 1

Таблица 1 – Исходные данные

Параметр	Значение
Число ведущих колес	$n_k = 4$
Собственная масса, кг	$m_o = 1400$
Количество мест	5
Максимальная скорость, м/с	$V_{max} = 40,28$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с	$\omega_e^{max} = 590$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с	$\omega_e^{min} = 105$
Коэффициент аэродинамического сопротивления	$C_x = 0,48$
Величина максимально преодолеваемого подъема	$i_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,34$
Коэффициент сопротивления качению	$f_{ko} = 0,014$
Число передач в коробке передач	5
Распределение массы автомобиля по осям, %:	
	передняя ось 45
	задняя ось 55
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л	$\rho_t = 0,72$

3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_0 + G_{II} + G_B, \quad (1)$$

где G_0 - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1400 \cdot 9,807 = 13730 \text{ Н}$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н}$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н}$$

$$G_A = 13730 + 3678 + 490 = 17898 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 17898 \cdot 45 = 8054 \text{ Н}$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 17898 \cdot 55 = 9844 \text{ Н}$$

б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 205/75 R15.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 205$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,75$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda_z = 0,85$ – коэффициент типа шины.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 205) \cdot 10^{-3} = 0,321 \text{ м}$$

3.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (3)$$

где U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,800);

U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передачи раздаточной коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2).

$$U_0 = (0,321 \cdot 590) / (0,800 \cdot 1,2 \cdot 40,28) = 4,916$$

3.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении.

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (4)$$

где ψ_V - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

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

$$\psi_V = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (5)$$

$$\psi_V = 0,014 \cdot (1 + 40,28^2 / 2000) = 0,025$$

$$N_V = (17898 \cdot 0,025 \cdot 40,28 + 0,48 \cdot 1,293 \cdot 2,34 \cdot 40,28^3 / 2) / 0,91 = 72228 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (6)$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$).

$$N_{MAX} = 72228 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 72600 \text{ Вт}$$

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

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (7)$$

где $C_1 = C_2 = 1$ - коэффициенты характеризующие тип двигателя.

Определение значений крутящего момента производится по формуле:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (8)$$

Результаты вычислений сводятся в таблицу 2. График внешней скоростной характеристики рисунок А.1 (см. Приложение А).

Таблица 2 – Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
1003	105	15,6	148,8
1350	141	21,7	153,5
1700	178	28,0	157,2
2050	215	34,3	159,7
2400	251	40,5	161,1
2750	288	46,5	161,5
3100	325	52,2	160,7
3450	361	57,4	158,9
3800	398	62,0	155,9
4150	435	66,0	151,8
4500	471	69,1	146,7
4850	508	71,3	140,4
5200	545	72,5	133,1

Продолжение таблицы 2 – Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
5550	581	72,4	124,6
5634	590	72,2	122,4

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (9)$$

3.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

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

В соответствии с этим должны выполняться следующие условия:

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}};$$

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

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

U_{PK} - передаточное число раздаточной коробки передач (максимальный динамический фактор реализуется на низшей ступени раздаточной коробки, значение которой равно 2,1).

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

$$U_1 \geq 17898 \cdot 0,325 \cdot 0,321 / (161,5 \cdot 0,91 \cdot 4,916 \cdot 2,1) = 1,237$$

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

где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8054 \cdot 0,9 = 7249$ Н, m_1 -

коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 7249 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (161,5 \cdot 0,91 \cdot 4,916 \cdot 2,1) = 3,041$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,000$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен:

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,000 / 0,800)^{1/4} = 1,392$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,000 / 1,392 = 2,156;$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,156 / 1,392 = 1,549;$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,549 / 1,392 = 1,113;$$

$$U_5 = 0,800.$$

Дальнейшие расчёты проводятся для высшей ступени раздаточной коробки передач.

3.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов колен вала:

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (10)$$

Результаты сведём в таблицу 3

Таблица 3 – Скорость автомобиля на различных передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость на 1ой передаче, м/с	Скорость на 2ой передаче, м/с	Скорость на 3ей передаче, м/с	Скорость на 4ой передаче, м/с	Скорость на 5ой передаче, м/с
1003	1,9	2,7	3,7	5,2	7,2
1350	2,6	3,6	5,0	6,9	9,7
1700	3,2	4,5	6,3	8,7	12,2
2050	3,9	5,4	7,6	10,5	14,7
2400	4,6	6,4	8,9	12,3	17,2
2750	5,2	7,3	10,2	14,1	19,7
3100	5,9	8,2	11,4	15,9	22,2
3450	6,6	9,2	12,7	17,7	24,7
3800	7,2	10,1	14,0	19,5	27,2
4150	7,9	11,0	15,3	21,3	29,7
4500	8,6	11,9	16,6	23,1	32,2
4850	9,2	12,9	17,9	24,9	34,7
5200	9,9	13,8	19,2	26,7	37,2
5550	10,6	14,7	20,5	28,5	39,7
5634	10,7	14,9	20,8	28,9	40,3

3.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_o \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (11)$$

Результаты расчётов занесём в таблицу 4, графики тягового баланса рисунок А.2 (см. Приложение А).

Таблица 4 – Тяговый баланс

Скорость, м/с	Сила тяги на 1ой передаче, км/ч	Сила тяги на 2ой передаче, км/ч	Сила тяги на 3ей передаче, км/ч	Сила тяги на 4ой передаче, км/ч	Сила тяги на 5ой передаче, км/ч
1003	7440	5346	3842	2761	1984
1350	7675	5515	3963	2848	2047
1700	7856	5646	4057	2915	2095
2050	7983	5737	4123	2962	2129
2400	8055	5789	4160	2989	2148
2750	8072	5801	4168	2995	2153

Продолжение таблицы 4 – Тяговый баланс

Скорость, м/с	Сила тяги на 1ой передаче, км/ч	Сила тяги на 2ой передаче, км/ч	Сила тяги на 3ей передаче, км/ч	Сила тяги на 4ой передаче, км/ч	Сила тяги на 5ой передаче, км/ч
3100	8034	5773	4149	2981	2142
3450	7941	5707	4101	2947	2118
3800	7793	5600	4024	2892	2078
4150	7590	5454	3920	2817	2024
4500	7332	5269	3786	2721	1955
4850	7020	5044	3625	2605	1872
5200	6652	4780	3435	2468	1774
5550	6229	4476	3217	2312	1661
5634	6119	4397	3160	2271	1632

3.1.8 Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху:

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (12)$$

Сила сопротивления качению:

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (13)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (14)$$

Полученные данные заносим в таблицу 5

Таблица 5 – Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	251	251
5	18	254	272
10	73	263	336
15	163	279	442

Продолжение таблицы 5 – Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
20	290	301	591
25	454	329	783
30	654	363	1017
35	890	404	1294
40	1162	451	1613
45	1470	504	1975
50	1815	564	2379
55	2197	630	2826
60	2614	702	3316
65	3068	780	3848

3.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (15)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (16)$$

По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу 6 и представляем графически рисунок А.3 (см. Приложение А).

Таблица 6 – Динамический фактор на передачах

Обороты двигателя, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче
1003	0,416	0,298	0,214	0,153	0,109
1350	0,429	0,308	0,220	0,157	0,111
1700	0,439	0,315	0,225	0,160	0,111
2050	0,445	0,319	0,228	0,161	0,110
2400	0,449	0,322	0,229	0,161	0,108

Продолжение таблицы 6 – Динамический фактор на передачах

Обороты двигателя, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче
2750	0,450	0,322	0,229	0,159	0,105
3100	0,447	0,320	0,226	0,156	0,100
3450	0,442	0,315	0,223	0,152	0,094
3800	0,433	0,309	0,217	0,146	0,086
4150	0,422	0,300	0,209	0,139	0,077
4500	0,407	0,289	0,200	0,130	0,067
4850	0,389	0,275	0,190	0,120	0,056
5200	0,368	0,259	0,177	0,109	0,043
5550	0,343	0,241	0,163	0,096	0,029
5634	0,337	0,237	0,159	0,093	0,025

3.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (17)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (18)$$

i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KП}^2), \quad (19)$$

где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,015$.

Заносим в таблицу 7.

Таблица 7 – Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δ_{BP}	1,150	1,085	1,051	1,034	1,025

Определяем ускорение разгона, вносим результаты в таблицу 8 и строим график зависимости $j = f(V)$ рисунок А.4 (см. Приложение А).

Таблица 8 – Ускорение автомобиля на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с ²	Ускорение на 2ой передаче, м/с ²	Ускорение на 3ей передаче, м/с ²	Ускорение на 4ой передаче, м/с ²	Ускорение на 5ой передаче, м/с ²
1003	3,42	2,57	1,87	1,32	0,90
1350	3,54	2,65	1,92	1,36	0,92
1700	3,62	2,72	1,97	1,38	0,92
2050	3,68	2,76	1,99	1,39	0,91
2400	3,71	2,78	2,00	1,38	0,88
2750	3,72	2,78	2,00	1,37	0,84
3100	3,70	2,76	1,97	1,33	0,79
3450	3,65	2,72	1,94	1,29	0,72
3800	3,57	2,66	1,88	1,23	0,64
4150	3,47	2,58	1,81	1,16	0,55
4500	3,35	2,47	1,72	1,07	0,44
4850	3,19	2,35	1,62	0,97	0,32
5200	3,01	2,21	1,50	0,85	0,19
5550	2,80	2,04	1,36	0,73	0,04
5634	2,75	2,00	1,33	0,69	0,00

3.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Затем определяем значения обратных ускорений ($1/j$), заносим их в таблицу 9 и строим график зависимости $1/j = f(V)$ рисунок А.5 (см. Приложение А).

Таблица 9 – Величины обратные ускорениям автомобиля

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передаче, с ² /м	1/j на 2ой передаче, с ² /м	1/j на 3ей передаче, с ² /м	1/j на 4ой передаче, с ² /м	1/j на 5ой передаче, с ² /м
1003	0,29	0,39	0,54	0,76	1,11
1350	0,28	0,38	0,52	0,74	1,09
1700	0,28	0,37	0,51	0,73	1,09
2050	0,27	0,36	0,50	0,72	1,10
2400	0,27	0,36	0,50	0,72	1,14
2750	0,27	0,36	0,50	0,73	1,19
3100	0,27	0,36	0,51	0,75	1,27
3450	0,27	0,37	0,52	0,78	1,39

Продолжение таблицы 9 – Величины обратные ускорениям автомобиля

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передаче, с2/м	1/j на 2ой передаче, с2/м	1/j на 3ей передаче, с2/м	1/j на 4ой передаче, с2/м	1/j на 5ой передаче, с2/м
3800	0,28	0,38	0,53	0,81	1,56
4150	0,29	0,39	0,55	0,87	1,83
4500	0,30	0,40	0,58	0,94	2,27
4850	0,31	0,43	0,62	1,03	3,13
5200	0,33	0,45	0,67	1,17	5,39
5550	0,36	0,49	0,74	1,38	26,66
5634	0,36	0,50	0,75	1,44	-28724,56

3.1.12 Время и путь разгона

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

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (20)$$

С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $j = const$, которому соответствуют значения $(1/j) = const$. Эти величины можно определить следующим образом:

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (21)$$

где k – порядковый номер интервала.

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

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (22)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Полученные результаты внесём в таблицу 10 и построим график рисунок А.6 (см. Приложение А).

Таблица 10 – Время разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Время, с
0-5	151	0,8
0-10	453	2,3
0-15	888	4,4
0-20	1496	7,5
0-25	2326	11,6
0-30	3446	17,2
0-35	4950	24,8
0-40	6929	34,6
0-45	0	0,0

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

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

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

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом :

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (23)$$

где $k = 1 \dots m$ – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно ($m = n$).

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

до скорости V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$,

до скорости V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$

Все результаты расчёта заносим в таблицу 11 и представляем в виде графика А.7 (см. Приложение А).

Таблица 11 – Путь разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Путь, м
0-5	38	2
0-10	264	13
0-15	809	40
0-20	1872	94
0-25	3739	187
0-30	6821	341
0-35	11708	585
0-40	19129	956

3.1.13 Мощностной баланс

Для решения ряда вопросов, как, например, выбор передаточного числа главной передачи, исследование топливной экономичности автомобиля, удобным является анализ мощностного баланса автомобиля, который выражается уравнением:

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (24)$$

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 ($N_i = 0$).

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению.

Значения мощностного баланса, заносим в таблицу 12 и строим графики рисунок А.8 (см. Приложение А).

Таблица 12 – Мощностной баланс

Обороты дв-ля, об/мин	Мощность на колесе, кВт	Скорость, м/с	Мощность сопротивления, Вт		
			N_e	N_o	N_{Σ}
1003	14,2	0	0,0	0,0	0,0
1350	19,8	5	0,1	1,3	1,4
1700	25,5	10	0,7	2,6	3,4
2050	31,2	15	2,5	4,2	6,6
2400	36,9	20	5,8	6,0	11,8
2750	42,3	25	11,3	8,2	19,6
3100	47,5	30	19,6	10,9	30,5
3450	52,2	35	31,1	14,1	45,3
3800	56,5	40	46,5	18,0	64,5
4150	60,1	45	66,2	22,7	88,9
4500	62,9	50	90,8	28,2	119,0
4850	64,9	55	120,8	34,6	155,4
5200	65,9	60	156,8	42,1	198,9
5550	65,9	65	199,4	50,7	250,1
5634	65,7				

3.1.14 Топливо-экономическая характеристика

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

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (25)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot H^2 - 1,728 \cdot H + 1,523$$

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

$$H = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (26)$$

Результаты расчётов сводим в таблицу 13 и строим график рисунок А.9 (см. Приложение А).

Таблица 13 – Путевой расход топлива на высшей передаче

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	<i>I</i>	<i>E</i>	<i>K_И</i>	<i>K_E</i>	<i>Q_s</i>
1003	7,2	0,148	0,187	1,292	1,155	5,9
1350	9,7	0,161	0,252	1,274	1,121	6,4
1700	12,2	0,180	0,317	1,250	1,092	6,9
2050	14,7	0,204	0,382	1,219	1,067	7,6
2400	17,2	0,233	0,447	1,183	1,046	8,4
2750	19,7	0,269	0,513	1,141	1,030	9,2
3100	22,2	0,312	0,578	1,096	1,019	10,1
3450	24,7	0,363	0,643	1,048	1,012	11,0
3800	27,2	0,423	0,708	0,998	1,010	12,0
4150	29,7	0,494	0,773	0,950	1,012	13,0
4500	32,2	0,579	0,839	0,909	1,018	14,2
4850	34,7	0,681	0,904	0,881	1,029	15,6
5200	37,2	0,805	0,969	0,878	1,045	17,7

3.2 Определение нелинейной характеристики задней подвески

В первую очередь определяется ω - частота колебаний поддрессоренной массы и статический прогиб задней подвески $f_{ст}$ автомобиля.

Известно, что жесткость пружины задней подвески автомобиля Шевроле Нива равна $C_n=25,3 \frac{H}{мм}$, полный ход подвески равен $F_n=225мм$.

$$\omega = \sqrt{\frac{C_n}{m_2}} = \sqrt{\frac{25,3}{502}} = 7,1 c^{-1} \quad (27)$$

где $m_2=502\text{кг}$. - масса приходящаяся на одно колесо автомобиля.

$$m_2 = \frac{G_2}{2 * g} = \frac{9838}{2 * 9,8} = 502\text{кг}$$

где $g=9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ - ускорение свободного падения

$G_2=9838 \text{ Н}$ - вес приходящийся на одно колесо автомобиля.

$G_2=0,55 * G_n=0,55 * 17888=9838\text{Н}$, где $G_n=17888 \text{ Н}$ - полный вес автомобиля (см. Тяговый расчет автомобиля, на заднюю ось приходится 55% веса.)

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \rightarrow n = \frac{30 * 7.1}{3.14} = 68 \frac{\text{кол}}{\text{мин}}$$

В автомобилестроении принято измерять прогиб подвески в сантиметрах

$$N = \frac{300}{\sqrt{f_{ст}}} \rightarrow n \sqrt{f_{ст}} = 300 \rightarrow 68 \sqrt{f_{ст}} = 300 \rightarrow \sqrt{f_{ст}} = \frac{300}{68} = 4,41\text{мм}$$

$$\sqrt{f_{ст}} = 19.5\text{см.}$$

Длина пружины в свободном состоянии $L=435\text{мм}=43,5\text{см}$

Диаметр $D=12.1\text{см}$

При расчетах улучшим плавность хода автомобиля, принимая

$$n=65 \frac{\text{кол}}{\text{мин}} \text{ При этом имеем из (5) имеем } \sqrt{f_{ст}} = \frac{300}{65} = 4,61$$

$$f_{ст} = 21,3\text{см}$$

Поскольку нагрузки на заднюю ось автомобиля изменяются в широких пределах (от отсутствия пассажиров на заднем сидении до трёх человек) плюс изменение нагрузки в бензобаке и багажнике, то целесообразно использовать нелинейную характеристику подвески. То есть, что бы при статической и полной загрузках автомобиля, частота колебаний поддресоренной оставались постоянной, применим не линейную характеристику подвески из двух участков.

Статическая нагрузка на одно колесо равна

$$G_{ст}=3775\text{Н}$$

Полная нагрузка на одно колесо равна

$$G_n = 4922 \text{ Н (из «Тягового расчёта автомобиля»)}$$

Вертикальная жесткость подвески на первом участке рассчитывается по формуле

$$G_{ст} = f_{ст} * C_2 \rightarrow C_2 = \frac{3775}{21.3} = 177 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$$

Вертикальная жесткость подвески на втором участке рассчитывается как

$$G_n = f_{ст} * C_2 \rightarrow C_2 = \frac{4922}{21.3} = 231 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$$

По рекомендациям (1) динамический ход f_g для задних подвесок легковых автомобилей равен 10-14 см.

Принимаем $f_g = 12$ см. ход отбоя при этом составляет от 0,8 до 1,8 от динамического: В нашем случае $f_n = 22,5$ см $f_0 = 10,5$, то есть 0,875 от f_g

Учитывая большую разницу между подрессоренной и неподрессоренной массами, в расчетах пренебрегаем неподрессоренной массой рисунок 14.

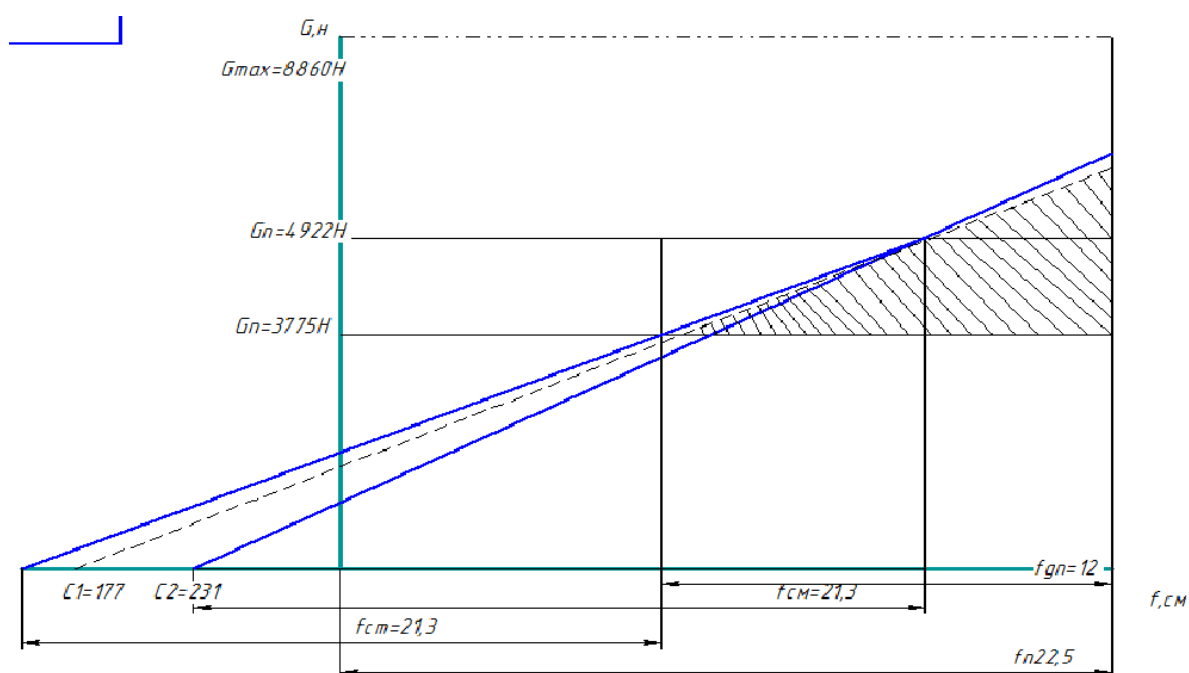


Рисунок 14 – Упругая нелинейная характеристика задней подвески. Масштаб 1:2

Для двух нагрузочных состояний (снаряженная и полная нагрузка) приводим линии для постоянного статического прогиба $f_{cm} = 21,3$ см и получаем

упругую нелинейную характеристику задней подвески. Буфер сжатия имеющийся на чертежах не учитывается, так как неизвестна его вертикальная жесткость и момент вступления в работу.

Отсутствие буфера сжатия позволяет объективно сравнить нелинейную характеристику подвески с существующей линейной характеристикой (рис. пунктирная линия). Заштрихованная площадь на характеристике определяет динамическую емкость подвески, которая у существующего варианта (линейная характеристика) меньше, чем у проектируемого. Следовательно, вероятность пробоев у разрабатываемой подвески будет меньше.

Максимальная воспринимаемая вертикальная нагрузка $G_{\max}=8860\text{Н}$, рассчитывается как $G_{\max}=G_n * K_g=4922 * 1.8=8860\text{Н}$

где $K_g=1.5-1.8$ - коэффициент динамичности для легковых автомобилей (2)

3.3 Проектирование пружины задней подвески

Задняя подвеска автомобиля Шевроле Нива является зависимой, поэтому приведенная жесткость упругого элемента равна его действительной жесткости.

Жесткость пружины определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = \frac{G d^4}{8 D^3 n_{\text{раб}}}$$

Где G - модуль упругости второго рода равный $82 * 10^4 \text{МПа}$;

d - диаметр прутка

D -расчетный диаметр пружины

$n_{\text{раб}}$ - кол-во рабочих витков пружины

Полагая, что установочные чашки под пружины должны незначительно изменяться в размерах, жесткость пружины будет преобразовываться за счёт d и $n_{\text{раб}}$. Для получения нелинейной характеристики используем коническую пружину.

Поскольку упругая характеристика подвески состоит из 2-ух участков, разобьем коническую пружину также на две пружины с линейной характеристикой. При этом жесткость первого участка $C_1=177 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$, второго

$C_2=231\frac{H}{\text{см}}$, у каждой пружины имеется по два рабочих витка.

Обычно чисто активных витков пружины равно полному количеству витков за минусом двух. Эти два не дают вклада в общую жесткость пружины. В данной работе число активных витков пружины равно четырём.

С учётом увеличенного размера для статической жесткости проектируемой пружины (6) по сравнению с аналогом, увеличим длину пружины на 56мм.

При статической нагрузке остаточная деформация пружины будет равна деформации пружины у подвески - аналога.

Выдвинута гипотеза о том, что средний диаметр каждой из пружин с линейной жесткостной характеристикой определяет их жесткости

$C_1=177$ и $C_2=231$ соответственно. Средний диаметр верхней части пружины равен 11,3см, $D_{\text{ср в}}=11,3\text{см}$; средний диаметр нижней части пружины равен 12,4см $D_{\text{ср н}}=12,4\text{см}$.

Для определения степени конусности каждого из участков пружины проведен расчет диаметров для верхней и нижней частей. Критерием оценки является равенство жесткости для среднего диаметра жесткостей для полусуммы у верхнего и нижнего диаметров расчетного участка пружины. Выявлено, что верхний диаметр пружины равен 10,2см $D_{\text{в}}=10,2$. Нижний 12,8 $D_{\text{н}}=12,8$.

Таким образом, в верхней части наружный диаметр конической пружины уменьшится на 1,2 см по сравнению с пружиной аналогом $D_{\text{в}}=10,2+1,6=11,8$ и $D=12,1+0,9=13$, где 1,6см-диаметр прутка расчетной пружины, 0,9-диаметр прутка пружины аналога.

В нижней части наружный диаметр конической пружины увеличится на 1,4 по сравнению с пружиной аналогом.

$$D_{\text{н}}=12,8+1,6=14,4\text{см.}$$

$$D=12,1+0,9=13\text{см.}$$

3.4 Расчет пружины на прочность

Максимальное усилие сжатия пружины

$$F_{\text{пр}}^{\text{max}} = \frac{G_{\text{ст}}}{f_{\text{ст}}} (f_{\text{ст}} + fg) = \frac{3775}{21.3} (21,3 + 12) = 5902\text{Н}$$

Коэффициент концентрации напряжения учитывает, что напряжение на внутренней стороне витка пружины больше, чем на наружной и определяется по формуле:

$$K = \frac{4C-1}{4(C-1)} + \frac{0.615}{C} = \frac{4*7.4-1}{4(7.4-1)} + \frac{0.615}{7.4} = 1.2$$

где $C = \frac{D_{\text{ср}}}{d} = \frac{11.85}{1.6} = 7.4$ — индекс пружины находится в пределах 7...12 [3]

(10)2

где $D_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{в ср}} + D_{\text{н ср}}}{2} = \frac{11,3 + 12,4}{2} = 11,85\text{см.}$

Напряжение кручения в материале пружины τ рассчитывается по формуле:

$$\tau = \frac{(8 * F_{\text{пр}}^{\text{max}} * D_{\text{ср}} * K)}{g \Pi d^3} = \frac{8 * 5902 * 11 * 85 * 1.2}{9.8 * 3.14 * 1.63} = 5327 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

$\tau = 532,7\text{МПа}$ меньше допускаемых напряжений $[\tau] = 700 \dots 1000\text{МПа}$

4 Технологическая часть

4.1 Анализ технологичности конструкции задней подвески

4.1.1 Изменения конструкции, приводящие к изменению техпроцесса

По составу и по общему количеству входящих деталей проекта в сравнение с базовой подвеской дает представление, из которого следует, что подвески практически не отличаются.

В связи с этим, технология сборки проектируемой подвески автомобиля Шевроле Нива остается практически неизменной и несколько увеличивается время на сборку в сравнении с базовым вариантом.

4.1.2 Общие требования к технологичности конструкции подвески

а) Возможность узловой сборки.

Сборка задней подвески может осуществляться независимо от сборки всего автомобиля.

б) Возможность одновременного и независимого присоединения узлов к базовому элементу изделия.

Ходовая часть соединяется с трансмиссией и после этого монтируется на кузов автомобиля вместе с ней.

в) Возможность механизации сборочных работ.

Сборочные работы полностью механизированы.

г) Инструментальная доступность.

Инструмент располагается недалеко от рабочего (не более 1,5м) и на приемлемой высоте (около 1м), что обеспечивает хороший доступ к нему.

д) Контролеропригодность.

Моменты затяжки болтов контролируются самим пневмоинструментом.

е) Высокая степень унификации деталей и сборочных единиц.

ж) Применение несложных сборочных приспособлений.

Используются такие приспособления как рабочий стол и устройство для поддержки привода колеса.

з) Использование методов обеспечения точности.

Использование метода полной взаимозаменяемости.

4.2 Разработка технологической схемы сборки задней подвески

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

В производственный процесс входят не только процессы, непосредственно связанные с изменением форм и свойств материала изготавливаемых деталей и сборки из них машин и механизмов, но и все вспомогательные процессы, обеспечивающие производственный процесс в целом (межцеховой транспорт, изготовление и заточка инструмента, ремонт оборудования, технический контроль).

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”.

Вместе с тем, в процессе сборки деталей в узлы появляются другие состояния сборки изделия с соответствующими обозначениями и наименованиями.

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, её условно называют подгруппой первого порядка. Если же она входит в подгруппу первого порядка, то её 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.

Как уже было сказано, неотъемлемой частью формирования технологического процесса сборки изделия является разделение его на части. В связи с этим в изделии или узле различают конструктивные или сборочные элементы. При выделении сборочных элементов обязательным условием является возможность существования одного из них независимо от другого.

Конструктивные элементы не всегда бывают сборочными, и наоборот. Однако бывает их совпадение; в таком случае элемент называют конструктивно-сборочным.

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.

Под операцией понимают законченную часть технологического процесса обработки одной или нескольких заготовок на одном рабочем месте одним рабочим (или бригадой рабочих) непрерывно, до перехода к следующей заготовке. В операцию входят как действия, непосредственно связанные с обработкой, так и вспомогательные приёмы (обезжиривание, позиционирование, удаление литников и заусенцев).

Совокупность маршрутных и операционных карт, карт замеров и карт контроля – составляет общий технологический процесс изготовления и сборки изделия – и является основным средством регламентации производственного процесса.

4.2.1 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 14.

Таблица 14 – Наименование сборочных работ

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
	1. Общая сборка задней подвески автомобиля	
1	Осмотреть задний мост в сборе со всех сторон	0,15
2	Установить на задний мост технологическое поддерживающее приспособление	0,21
3	Взять кронштейн крепления амортизатора нижний	0,15
4	Установить кронштейн крепления амортизатора нижний	0,29
5	Взять гайку М10х1,25	0,14
6	Наживить гайку и завернуть гайку моментом 15 Н.м	0,24
7	Взять кронштейн продольной штанги	0,15
8	Установить кронштейн продольной штанги	0,22

Продолжение таблицы 14 – Наименование сборочных работ

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
	1. Общая сборка задней подвески автомобиля	
9	Взять шайбу 10	0,14
10	Взять шайбу 10 пружинную	0,16
11	Взять гайку М10х1,25	0,14
12	Наживить шайбу 10, шайбу 10 пружинную, гайку	0,25
13	М10х1,25 и завернуть моментом 15 Н.м	0,10
14	Взять штангу продольную нижнюю	0,17
15	Осмотреть штангу продольную нижнюю	0,15
16	Установить штангу продольную нижнюю	0,28
17	Взять болт М12х1,25х80	0,15
18	Вставить болт М12х1,25х80	0,14
19	Взять шайбу 12 пружинную	0,16
20	Наживить на болт шайбу 12 пружинную	0,17
21	Взять гайку М12х1,25	0,17
22	Наживить гайку М12х1,25 на болт и завернуть моментом 54 Н.м	0,26
23	Взять штангу поперечную	0,15
24	Осмотреть штангу поперечную	0,16
25	Установить штангу поперечную	0,24
26	Взять болт М12х1,25х70	0,12
27	Вставить болт М12х1,25х70	0,11
28	Взять шайбу 12 пружинную	0,16
29	Наживить шайбу 12 пружинную на болт	0,14
30	Взять гайку М12х1,25	0,15
31	Наживить гайку на болт и завернуть моментом 54 Н.м	0,26
32	Взять амортизатор задней подвески в сборе	0,17

Продолжение таблицы 14 – Наименование сборочных работ

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
	1. Общая сборка задней подвески автомобиля	
33	Осмотреть амортизатор задней подвески в сборе со всех сторон	0,14
34	Установить амортизатор задней подвески в сборе	0,33
35	Взять болт М12х1,25х150	0,16
36	Вставить болт М12х1,25х150	0,12
37	Взять шайбу	0,15
38	Наживить шайбу на болт	0,18
39	Взять шайбу дистанционную	0,15
40	Наживить шайбу дистанционную	0,16
41	Взять гайку М12х1,25 самоконтрящуюся	0,14
42	Наживить гайку М12х1,25 самонстрящуюся и завернуть моментом 54 Н.м	0,27
43	Взять штангу продольную верхнюю	0,16
44	Осмотреть штангу продольную верхнюю со всех сторон	0,14
45	Взять болт М12х1,25х70	0,12
46	Вставить болт М12х1,25х70	0,14
47	Взять шайбу 12 пружинную	0,14
48	Наживить шайбу 12 пружинную	0,17
49	Взять гайку М12х1,25	0,12
50	Наживить гайку М12х1,25 ,завернуть моментом 54 Н.м	0,29
51	Взять буфер задней подвески	0,14
52	Установить буфер задней подвески	0,25
53	Взять буфер дополнительный	0,14
54	Установить буфер дополнительный	0,26
55	Взять прокладку нижнюю	0,15
56	Установить прокладку нижнюю	0,22

Продолжение таблицы 14 – Наименование сборочных работ

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
	1. Общая сборка задней подвески автомобиля	
57	Взять прокладку верхнюю	0,15
58	Установить прокладку верхнюю	0,24
59	Взять чашку верхнюю	0,14
60	Установить чашку верхнюю	0,25
61	Взять пружину задней подвески	0,15
62	Установить пружину в приспособление	0,28
63	Установить приспособление с пружиной на чашки верхнюю и нижнюю	0,23
64	Снять приспособление с пружины	0,14
65	Снять с заднего моста технологическое поддерживающее приспособление	0,20
66	Проверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты	0,15
Всего Σ т оп		11,82

4.2.2 Определение трудоемкости сборки задней подвески

Общее оперативное время на все виды работ по сборке задней подвески определяем как сумму отдельных оперативных времен:

$$t^{ОБЩ}_{оп} = \Sigma t_{оп} = 11,82 \text{ мин}$$

Суммарная трудоемкость сборки задней подвески:

$$t^{ОБЩ}_{шт} = t^{ОБЩ}_{оп} + t^{ОБЩ}_{оп} \cdot (\alpha + \beta) / 100 = 11,82 + 11,82 \cdot (2 + 4) / 100 = 12,52 \text{ мин},$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах. Принимаем $\alpha = 2\%$;

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

Принимаем $\beta = 4\%$.

4.2.3 Определение типа производства

Тип производства при сборке определяем по таблице в зависимости от годового выпуска автомобилей и ориентировочной определенной суммарной трудоемкости сборки подвески. Принимаем крупносерийное производство.

Определяем такт выпуска автомобилей:

$$T_B = \frac{F_D \cdot 60m}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{55000} = 4,38_{мин}, \quad (28)$$

где F_D – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену;

m – количество рабочих смен в сутки;

N – годовой объем выпуска автомобилей.

4.2.4 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 передвижением собираемого объекта от одной позиции к другой посредством конвейера.

4.3 Составление маршрутной технологии

Технологический маршрут процесса сборки задней подвески оформляем в виде таблицы 15.

Таблица 15 – Технологический маршрут процесса сборки задней подвески

№ операции	Операция.	Содержание операций, переходов	Приспособлени, оборудование, инструмент.	Время Тшт, мин.
1	2	3	4	5
005	Сборка задней подвески, установка кронштейнов рычагов подвески	<p>Установить на задний мост технологическое поддерживающее приспособление</p> <p>Установить кронштейн крепления амортизатора нижний</p> <p>Наживить гайку и завернуть гайку моментом 15 Н.м</p> <p>Установить кронштейн продольной штанги</p> <p>Наживить шайбу 10, шайбу 10 пружинную, гайку М10х1,25 и завернуть моментом 15 Н.м</p> <p>Установить штангу продольную нижнюю</p> <p>Наживить на болт шайбу 12 пружинную</p> <p>Наживить гайку М12х1,25 на болт и завернуть моментом 54 Н.м</p> <p>Установить штангу поперечную</p> <p>Вставить болт М12х1,25х70</p> <p>Наживить шайбу 12 пружинную на болт</p> <p>Наживить гайку на болт и завернуть моментом 54 Н.м</p>	<p>Подставка</p> <p>Емкость</p> <p>Кисть</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключ, S=12</p> <p>Устройство для настройки гайковерта</p> <p>Технологическое поддерживающее приспособление</p> <p>Ключ, S=19</p> <p>Ключ накидной, S=19х20</p>	4,25
010	Сборка задней подвески, установка амортизатора и продольной штанги	<p>Установить амортизатор задней подвески в сборе</p> <p>Вставить болт М12х1,25х150</p> <p>Наживить шайбу на болт</p> <p>Наживить шайбу дистанционную</p> <p>Наживить гайку М12х1,25 самонтящуюся и завернуть моментом 54 Н.м</p> <p>Осмотреть штангу продольную верхнюю со всех сторон</p> <p>Взять болт М12х1,25х70</p> <p>Вставить болт М12х1,25х70</p> <p>Взять шайбу 12 пружинную</p> <p>Наживить шайбу 12 пружинную</p> <p>Взять гайку М12х1,25</p> <p>Наживить гайку М12х1,25 ,завернуть моментом 54 Н.м</p>	<p>Стол рабочий</p> <p>Ключ, S=12</p> <p>Приспособление для фиксации задней подвески левое</p> <p>Приспособление для фиксации задней подвески правое</p>	4,11

Продолжение таблица 15 – Технологический маршрут процесса сборки задней подвески

№ операции	Операция.	Содержание операций, переходов	Приспособлени, оборудование, инструмент.	Время Тшт, мин.
1	2	3	4	5
015	Сборка задней подвески, установка буфер задней подвески, дополнительно го буфера задней подвески, установка пружины задней подвески	Установить буфер задней подвески Установить буфер дополнительный Взять прокладку нижнюю Установить прокладку нижнюю Взять прокладку верхнюю Установить прокладку верхнюю Взять чашку верхнюю Установить чашку верхнюю Взять пружину задней подвески Установить пружину в приспособление Установить приспособление с пружиной на чашки верхнюю и нижнюю Снять приспособление с пружины Снять с заднего моста технологическое поддерживающее приспособление Проверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты	Стол рабочий Электрический ротационный гайковерт TENSOR модели ETV S7-70-13CTADS Блок управления электрогайковертом Ключ, S=19 Ключ накидной, S=19x20	4,29

5 Экономическая часть

В данном дипломном проекте рассматривается автомобиль Шевроле Нива. Подвеска этого автомобиля, в частности задняя, по своим техническим характеристикам предназначена для езды в городском режиме и лишь иногда с выездом за город, в деревни и т.д.

Основной целью проекта является модернизировать заднюю подвеску автомобиля, чтобы она обеспечивала надёжную езду в агрессивных, труднопроходимых условиях, ездить там, где нет дороги, т. е. внедорожник в полном смысле этого слова.

В дипломном проекте модернизируется упругий элемент задней подвески автомобиля. Взамен стандартной цилиндрической пружины применяется коническая пружина с более прогрессивной характеристикой, благодаря её форме и более высокой жесткости по сравнению с цилиндрической пружиной она позволяет работать подвеске в более агрессивных условиях, повышает долговечность деталей задней подвески и автомобиля в целом.

Данная модернизация задней подвески автомобиля предлагается для внедрения в производство. Для повышения конкурентно способности автомобиля, как на внутреннем рынке, так и за рубежом.

5.1.Расчёт себестоимости проектной конструкции подвески.

Базовая калькуляция и исходные данные для расчёта получены на ОАО «АВТОВАЗ», департамент развития, финансовый отдел, таблица 16.

Таблица 16 – Базовая калькуляция и исходные данные

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Значение
	1	2	3	4
1	Годовая программа выпуска изделия.	Vгод.	Шт.	55000
2	Коэффициент отчислений в единый социальный налог.	Есоц.	%	30

Продолжение таблицы 16 – Базовая калькуляция и исходные данные

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Значение
	1	2	3	4
3	Коэффициент общезаводских расходов.	Еощзав.	%	175
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	Еком.	%	4
5	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	Еобор.	%	315
6	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов.	Ктзр.	%	3
7	Коэффициент цеховых расходов.	Ецех.	%	160
8	Коэффициент расходов на инструмент и оснастку.	Еинстр.	%	5
9	Коэффициент рентабельности и плановых накоплений.	Крент.	%	30
10	Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве.	Квып.	%	20
11	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве.	Кпрем.	%	20
12	Коэффициент возвратных отходов.	Квот.	%	2
13	Часовая тарифная ставка 4-го разряда.	Ср4	Руб.	42,7
14	Коэффициент капиталобразующих инвестиций	Кинв.	%	2,9

Расчет статьи затрат на "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M := C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗР}}{100} - \frac{K_{ВОТ}}{100} \right) \quad (29)$$

где C_M - оптовая цена материала i -го вида,руб.;

Q_M - норма расхода материала i -го вида,кг.,м.;

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

$K_{ВОТ}$ - коэффициент возвратных отходов,%;

Расчет затрат на сырье и материалы. Данные берём из таблицы 17

Таблицы 17 – Сырье и материалы

№п.п.	Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
1	Металлопрокат	тонн	36355	0,002	72,71
2	Дробь ДСЛ-8	тонн	8941,18	0,000085	0,76
3	Эмаль П-ЭП-45	тонн	131000	0,00002	2,62
	Итого материалов:				76,09
4	Электроэнергия	Квт.ч	2,2	2,02273	4,45
5	Газ	м3	1,177	0,238	0,28
	Итого:				80,82
	Ктз		3		2,42
	Квот		2		1,62
	Всего				81,63

$M := 81.63$

Расчет статьи затрат "Покупные изделия и полуфабрикаты"

производится по формуле:

$$P_i := C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗР}}{100} \right) \quad (30)$$

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

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

Расчет затрат на покупные изделия. Данные сводим в таблицу 18.

Таблица 18 – Затрат на покупные изделия

№ п.п	Наименование изделия	Цена, руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
1	Пружина коническая	463	2	926,00
2	Верхняя чашка пружины	11	2	22,00
3	Нижняя чашка пружины	15	2	30,00
4	Верхняя подушка пружины	16	2	32,00
	Итого:			1010,00
	Ктз		3	30,30
	Всего:			1040,30

Пи := 1040.30

Расчет статьи затрат "Основная заработная плата производственных рабочих» производится по формуле:

$$З.о:= З.т \left(1 + \frac{К_{\text{прем}}}{100} \right) \quad (31)$$

где $З.т$ - тарифная заработная плата,руб.,которая рассчитывается по формуле:

$$З.т:= C_{p.i} \cdot T_i \quad (32)$$

где $C_{p.i}$ - часовая тарифная ставка,руб.;

Сводим в таблицу 19.

Таблица 19 – Основная заработная плата производственных рабочих

№ п.п	Виды операций	Разряд	Трудоёмк.	Тарифн. ставка,руб	Зар.пл.осн.
1	Сборка задней подвески	4	0,09	42,70	3,84
2	Сборка задней подвески	4	0,08	42,70	3,42
3	Сборка задней подвески	4	0,10	50,90	5,09
	Итого:				12,35
	Ктз			20	2,47
	Всего:				14,82

T_i - трудоёмкость выполнения операции, час.;

$K_{\text{прем}}$ - коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Расчет затрат на выполнение операций

$$Z_0 := 14.82$$

Расчет статьи затрат "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:

$$K_{\text{вып}} := 0.2$$

$$Z_{\text{доп}} := Z_0 \cdot K_{\text{вып}} \quad (33)$$

$$Z_{\text{доп}} = 2.96$$

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

Расчет статьи затрат "Отчисления в единый социальный налог" выполняется по формуле:

$$E_{\text{соц.н}} := 0.30$$

$$C_{\text{соц.н}} := (Z_0 + Z_{\text{доп}}) \cdot E_{\text{соц.н}} \quad (34)$$

$$C_{\text{соц.н}} = 5,33$$

где $E_{\text{соц.н}}$ - коэффициент отчислений в социальные фонды, %;

Расчет статьи затрат "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:

$$E_{\text{обор}} := 3.15$$

$$C_{\text{сод.обор}} := Z_0 \cdot E_{\text{обор}} \quad (35)$$

$$C_{\text{сод.обор}} = 46.68$$

где $E_{\text{обор}}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

Расчет статьи затрат "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{цех}} := 1.6$$

$$C_{\text{цех}} := 30 \cdot E_{\text{цех}} \quad (36)$$

$$C_{\text{цех}} = 23.71$$

где $E_{\text{цех}}$ - коэффициент цеховых расходов,%;

Расчет статьи затрат "Расходы на инструмент и оснастку" выполняется по формуле:

$$E_{\text{инстр}} := 0.5$$

$$C_{\text{инстр}} := 30 \cdot E_{\text{инстр}} \quad (37)$$

$$C_{\text{инстр}} = 7.41$$

где $E_{\text{инстр}}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку,%;

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех.с.с.}} := M + \text{Пи} + 30 + C_{\text{соц.н}} + \text{Здоп} + C_{\text{сод.обор}} + C_{\text{цех}} + C_{\text{инстр}} \quad (38)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 1222.84$$

Расчет статьи затрат "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{об.завод}} := 1.75$$

$$C_{\text{об.завод}} := 30 \cdot E_{\text{об.завод}} \quad (39)$$

$$C_{\text{об.завод}} = 25.94$$

где $E_{\text{об.завод}}$ - коэффициент общезаводских расходов,%;

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} := C_{\text{об.завод}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (40)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1248.78$$

Расчет статьи затрат "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{ком}} := 0.04$$

$$C_{\text{ком}} := C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком}} \quad (41)$$

$$C_{\text{ком}} = 49.92$$

где $E_{\text{ком}}$ - коэффициент коммерческих расходов, %;

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{пол.пр.}} := C_{\text{об.зав.с.с.}} + C_{\text{ком}} \quad (42)$$

$$C_{\text{пол.пр.}} = 1298,7$$

Расчет отпускной цены для проектируемого РУ

выполняется по формуле:

$$C_{\text{пол.б.}} := 1113.19$$

$$K_{\text{рент}} := 0.3$$

$$C_{\text{отп.пр.}} := C_{\text{пол.б.}} \cdot (1 + K_{\text{рент}}) \quad (43)$$

$$C_{\text{отп.пр.}} = 1447.15$$

где $K_{\text{рент}}$ - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %;

Все данные сведём в таблицу 20.

Таблица 19 – Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
	1	2	3	4
1	Стоимость основных материалов	M	81,63	81,63
2	Стоимость комплектующих изделий	$П_u$	889,92	1040,30
3	Основная заработная плата производственных рабочих	$З_o$	11,61	14,82

4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$Z_{доп}$	2,32	2,96
---	--	-----------	------	------

Продолжение таблицы 19 – Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
	1	2	3	4
5	Отчисления в единый соц.налог	$C_{соц.н.}$	3,62	5,33
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{сод.обор}$	36,57	46,68
7	Цеховые расходы	$C_{цех.}$	18,58	23,71
8	Расходы на инструмент и оснастку	$C_{инстр.}$	5,81	7,41
9	Цеховая себестоимость	$C_{цех.с/с}$	1050,06	1222,84
10	Общезаводские расходы	$C_{об.завод}$	20,32	25,94
11	Общезаводская себестоимость	$C_{об.заводс/с}$	1070,37	1248,78
12	Коммерческие расходы	$C_{ком.}$	42,81	49,92
13	Полная себестоимость	$C_{пол.}$	1113,19	1298,7
14	Отпускная цена	$Ц_{отп.}$	1447,15	1447,15

5.2 Расчет точки безубыточности

$$Ц_{отп.б} := Ц_{отп.пр.}$$

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$Z_{перемуд} := M + Пи + Z_о + Z_{доп} + C_{соц.н} \quad (44)$$

$$Z_{перемуд} = 1144.34$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$V_{\text{год}} := 55000$$

$$\text{Зперем} := \text{Зперемуд} \cdot V_{\text{год}} \quad (45)$$

$$\text{Зперем} = 62938581.2$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. :

$$\text{НА} := 10$$

$$A_{\text{м.уд}} := \frac{(C_{\text{сод.обор}} + C_{\text{инстр}}) \cdot \text{НА}}{100} \quad (46)$$

$$A_{\text{м.уд}} = 5.41$$

здесь НА - доля амортизационных отчислений, %;

$$\text{Зпостуд} := \frac{(C_{\text{сод.обор}} + C_{\text{инстр}}) \cdot (100 - \text{НА})}{100} + C_{\text{цех}} + C_{\text{об.завод}} + C_{\text{ком}} + A_{\text{м.уд}} \quad (47)$$

$$\text{Зпостуд} = 153.66$$

на годовую программу выпуска:

$$\text{Зпост} := \text{Зпостуд} \cdot V_{\text{год}} \quad (48)$$

$$\text{Зпост} = 8451471.25$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{\text{пол.г.}} := C_{\text{пол.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (49)$$

$$C_{\text{пол.г.}} = 71390052.45$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} := C_{\text{отп.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (50)$$

$$\text{Выручка} = 79593085$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж} := \text{Выручка} - \text{Зперем} \quad (51)$$

$$\text{Дмарж} = 16654503.8$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{\text{крит}} := \frac{З_{\text{пост}}}{Ц_{\text{отп. пр.}} - З_{\text{пере mud}}} \quad (52)$$

$$A_{\text{крит}} = 27910.22$$

Строим график точки безубыточности рисунок 15.

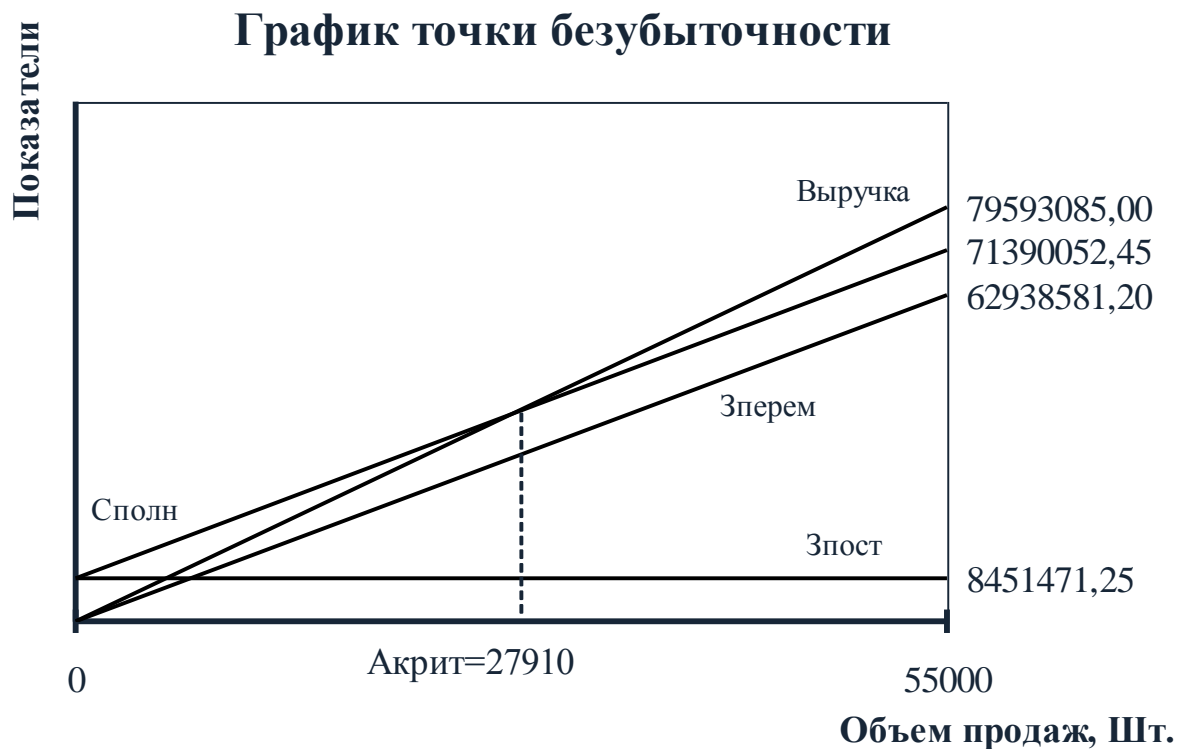


Рисунок 15 – график точки безубыточности

5.3 Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

$$V_{\text{год}} := 55000 ; \quad A_{\text{крит}} := 27910 ; \quad V_{\text{мак}} := V_{\text{год}} ; \quad n := 6 ;$$

$$\Delta := \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (53)$$

$$\Delta = 5418$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$Ц_{отп} := Ц_{отп.пр.} ; Ц_{отп} = 1447.15 ;$$

$$V_{прод1} := A_{крит} + \Delta \quad V_{прод1} = 33328$$

$$V_{прод2} := A_{крит} + 2\Delta \quad V_{прод2} = 38746$$

$$V_{прод3} := A_{крит} + 3\Delta \quad V_{прод3} = 44164$$

$$V_{прод4} := A_{крит} + 4\Delta \quad V_{прод4} = 49582$$

$$V_{прод5} := A_{крит} + 5\Delta \quad V_{прод5} = 55000$$

Выручка по годам:

$$\text{Выручка}_1 := Ц_{отп} \cdot V_{прод1} \quad \text{Выручка}_1 = 48230515.22$$

$$\text{Выручка}_2 := Ц_{отп} \cdot V_{прод2} \quad \text{Выручка}_2 = 56071157.66$$

$$\text{Выручка}_3 := Ц_{отп} \cdot V_{прод3} \quad \text{Выручка}_3 = 63911800.11$$

$$\text{Выручка}_4 := Ц_{отп} \cdot V_{прод4} \quad \text{Выручка}_4 = 71752442.55$$

$$\text{Выручка}_5 := Ц_{отп} \cdot V_{прод5} \quad \text{Выручка}_5 = 79593085.00$$

Переменные затраты по годам (определяется для базового и проектного вариантов)

Для базового варианта:

$$M := 292.99$$

$$Пи := 175.10$$

$$Зо := 20.52$$

$$Здоп := 4.10$$

$$C_{соц} := 6.40$$

$$Зперемудб := M + Пи + Зо + Здоп + C_{соц} \quad (54)$$

$$Зперемудб = 499.11$$

$$\text{Зперемб}_1 := Зперемудб \cdot V_{прод1} \quad \text{Зперемб}_1 = 16634338.08$$

$$\text{Зперемб}_2 := Зперемудб \cdot V_{прод2} \quad \text{Зперемб}_2 = 19338516.06$$

$$\text{Зперемб}_3 := Зперемудб \cdot V_{прод3} \quad \text{Зперемб}_3 = 22042694.04$$

$$\text{Зперемб}_4 := Зперемудб \cdot V_{прод4} \quad \text{Зперемб}_4 = 24746872.02$$

$$\text{Зперемб}_5 := Зперемудб \cdot V_{прод5} \quad \text{Зперемб}_5 = 27451050.00$$

для проектного варианта:

$Z_{\text{перемудпр}} := Z_{\text{перемуд}}$

$Z_{\text{перемудпр}} = 1144.34$

$Z_{\text{перемпр1}} := Z_{\text{перемудпр}} \cdot V_{\text{прод1}}$

$Z_{\text{перемпр1}} = 38138491.53$

$Z_{\text{перемпр2}} := Z_{\text{перемудпр}} \cdot V_{\text{прод2}}$

$Z_{\text{перемпр2}} = 44338513.95$

$Z_{\text{перемпр3}} := Z_{\text{перемудпр}} \cdot V_{\text{прод3}}$

$Z_{\text{перемпр3}} = 50538536.37$

$Z_{\text{перемпр4}} := Z_{\text{перемудпр}} \cdot V_{\text{прод4}}$

$Z_{\text{перемпр4}} = 56738558.78$

$Z_{\text{перемпр5}} := Z_{\text{перемудпр}} \cdot V_{\text{прод5}}$

$Z_{\text{перемпр5}} = 62938581.20$

Постоянные затраты для базового варианта

$C_{\text{сод.обор.}} := 64.64$

$C_{\text{цех.}} := 32.83$

$C_{\text{инстр.}} := 10.26$

$C_{\text{общ.зав.}} := 35.91$

$C_{\text{ком.}} := 25.71$

$$Z_{\text{постудб}} := C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{общ.зав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (55)$$

$Z_{\text{постудб}} = 169.35$

$Z_{\text{постб}} := Z_{\text{постудб}} \cdot V_{\text{год}}$

$Z_{\text{постб}} = 9314250$

Постоянные затраты для проектного варианта

$Z_{\text{постпр}} := Z_{\text{пост}}$

$Z_{\text{постпр}} = 8451471.25$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$A_{\text{м.уд}} = 5.41$

$$A_{\text{м.}} := A_{\text{м.уд}} \cdot V_{\text{год}} \quad (56)$$

$A_{\text{м.}} = 297511.5$

Полная себестоимость по годам

для проектного варианта:

$Z_{\text{полнпр1}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр1}}$

$Z_{\text{полнпр1}} = 46589962.78$

$Z_{\text{полнпр2}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр2}}$

$Z_{\text{полнпр2}} = 52789985.2$

$Z_{\text{полнпр3}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр3}}$

$Z_{\text{полнпр3}} = 58990007.61$

$Z_{\text{полнпр4}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр4}}$

$Z_{\text{полнпр4}} = 65190030.03$

$Z_{\text{полнпр5}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр5}}$

$Z_{\text{полнпр5}} = 71390052.45$

для базового варианта:

$$\text{Зполнб1} := \text{Зпостб} + \text{Зперемб1}$$

$$\text{Зполнб2} := \text{Зпостб} + \text{Зперемб2}$$

$$\text{Зполнб3} := \text{Зпостб} + \text{Зперемб3}$$

$$\text{Зполнб4} := \text{Зпостб} + \text{Зперемб4}$$

$$\text{Зполнб5} := \text{Зпостб} + \text{Зперемб5}$$

$$\text{Зполнб1} = 25948588.08$$

$$\text{Зполнб2} = 28652766.06$$

$$\text{Зполнб3} = 31356944.04$$

$$\text{Зполнб4} = 34061122.02$$

$$\text{Зполнб5} = 36765300$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.1}} := \text{Выручка}_1 - \text{Зполнпр1}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} := \text{Выручка}_2 - \text{Зполнпр2}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} := \text{Выручка}_3 - \text{Зполнпр3}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} := \text{Выручка}_4 - \text{Зполнпр4}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} := \text{Выручка}_5 - \text{Зполнпр5}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.1}} = 1640552.44$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} = 3281172.47$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} = 4921792.49$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} = 6562412.52$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} = 8203032.55$$

для базового варианта:

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.1}} := \text{Выручка}_1 - \text{Зполнб1}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.2}} := \text{Выручка}_2 - \text{Зполнб2}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.3}} := \text{Выручка}_3 - \text{Зполнб3}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.4}} := \text{Выручка}_4 - \text{Зполнб4}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.5}} := \text{Выручка}_5 - \text{Зполнб5}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.1}} = 22281927.14$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.2}} = 27418391.6$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.3}} = 32554856.07$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.4}} = 37691320.53$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.5}} = 42827785$$

Налог на прибыль - 24% от налогооблагаемой прибыли по годам

для проектного варианта:

$$\text{Нпр1} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.1}} \cdot 0.24$$

$$\text{Нпр2} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} \cdot 0.24$$

$$\text{Нпр3} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} \cdot 0.24$$

$$\text{Нпр4} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} \cdot 0.24$$

$$\text{Нпр5} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} \cdot 0.24$$

$$\text{Нпр1} = 393732.58$$

$$\text{Нпр2} = 787481.39$$

$$\text{Нпр3} = 1181230.2$$

$$\text{Нпр4} = 1574979.01$$

$$\text{Нпр5} = 1968727.81$$

для базового варианта:

$$\begin{aligned}H_{б1} &:= \text{Пр}_{обл.б.1} \cdot 0.24 & H_{б1} &= 5347662.51 \\H_{б2} &:= \text{Пр}_{обл.б.2} \cdot 0.24 & H_{б2} &= 6580413.98 \\H_{б3} &:= \text{Пр}_{обл.б.3} \cdot 0.24 & H_{б3} &= 7813165.46 \\H_{б4} &:= \text{Пр}_{обл.б.4} \cdot 0.24 & H_{б4} &= 9045916.93 \\H_{б5} &:= \text{Пр}_{обл.б.5} \cdot 0.24 & H_{б5} &= 10278668.4\end{aligned}$$

Прибыль чистая по годам

для проектного варианта:

$$\begin{aligned}\text{Пр}_{ч.пр.1} &:= \text{Пр}_{обл.пр.1} - \text{Нпр1} & \text{Пр}_{ч.пр.1} &= 1246819.85 \\ \text{Пр}_{ч.пр.2} &:= \text{Пр}_{обл.пр.2} - \text{Нпр2} & \text{Пр}_{ч.пр.2} &= 2493691.07 \\ \text{Пр}_{ч.пр.3} &:= \text{Пр}_{обл.пр.3} - \text{Нпр3} & \text{Пр}_{ч.пр.3} &= 3740562.3 \\ \text{Пр}_{ч.пр.4} &:= \text{Пр}_{обл.пр.4} - \text{Нпр4} & \text{Пр}_{ч.пр.4} &= 4987433.52 \\ \text{Пр}_{ч.пр.5} &:= \text{Пр}_{обл.пр.5} - \text{Нпр5} & \text{Пр}_{ч.пр.5} &= 6234304.74\end{aligned}$$

для базового варианта:

$$\begin{aligned}\text{Пр}_{ч.б.1} &:= \text{Пр}_{обл.б.1} - H_{б1} & \text{Пр}_{ч.б.1} &= 16934264.62 \\ \text{Пр}_{ч.б.2} &:= \text{Пр}_{обл.б.2} - H_{б2} & \text{Пр}_{ч.б.2} &= 20837977.62 \\ \text{Пр}_{ч.б.3} &:= \text{Пр}_{обл.б.3} - H_{б3} & \text{Пр}_{ч.б.3} &= 24741690.61 \\ \text{Пр}_{ч.б.4} &:= \text{Пр}_{обл.б.4} - H_{б4} & \text{Пр}_{ч.б.4} &= 28645403.61 \\ \text{Пр}_{ч.б.5} &:= \text{Пр}_{обл.б.5} - H_{б5} & \text{Пр}_{ч.б.5} &= 32549116.6\end{aligned}$$

5.4 Расчет общественного эффекта

Экономии от повышения долговечности проектируемого узла

$$Ц_{отп.б} = 1447.15$$

$$Д1 := 220000$$

$$Д2 := 310000$$

$$\text{Пр}_{ож.д.} := Ц_{отп.б} \cdot \frac{Д2}{Д1} - Ц_{отп.пр.} \tag{57}$$

$$\text{Пр}_{ож.д.} := Ц_{отп.пр.} \cdot \frac{Д2}{Д1} - 1447.15$$

$$\text{Пр}_{ож.д.} = 592.01$$

где Д1 - долговечность базовой конструкции,(циклы)

Д2 - долговечность новой конструкции,(циклы)

Следовательно текущий чистый доход (накопление сальдо) по годам составит:

$$\text{ЧД1} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.1}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.1}} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{ож.д.}} \cdot V_{\text{прод1}}) \quad \text{ЧД1} = 4340632.06$$

$$\text{ЧД2} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.2}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.2}} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{ож.д.}} \cdot V_{\text{прод2}}) \quad \text{ЧД2} = 4891309.58$$

$$\text{ЧД3} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.3}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.3}} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{ож.д.}} \cdot V_{\text{прод3}}) \quad \text{ЧД3} = 5441987.1$$

$$\text{ЧД4} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.4}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.4}} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{ож.д.}} \cdot V_{\text{прод4}}) \quad \text{ЧД4} = 5992664.62$$

$$\text{ЧД5} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.5}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.5}} + A_{\text{м.}} + (\text{Пр}_{\text{ож.д.}} \cdot V_{\text{прод5}}) \quad \text{ЧД5} = 6543342.14$$

Дисконтирование денежного потока.

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$E_{\text{СТ}} := 10$$

$$\alpha_{ti} := \frac{1}{(1 + E_{\text{СТ}i})^t} \quad (58)$$

где $E_{\text{СТ}i}$ - процентная ставка на капитал;

t - год приведения затрат и результатов;

$$\alpha_1 := 0.909; \quad \alpha_2 := 0.826; \quad \alpha_3 := 0.753; \quad \alpha_4 := 0.683; \quad \alpha_5 := 0.621;$$

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

$$\text{ЧДД1} := \text{ЧД1} \cdot \alpha_1 \quad \text{ЧДД1} = 3945634.54$$

$$\text{ЧДД2} := \text{ЧД2} \cdot \alpha_2 \quad \text{ЧДД2} = 4040221.71$$

$$\text{ЧДД3} := \text{ЧД3} \cdot \alpha_3 \quad \text{ЧДД3} = 4097816.29$$

$$\text{ЧДД4} := \text{ЧД4} \cdot \alpha_4 \quad \text{ЧДД4} = 4092989.94$$

$$\text{ЧДД5} := \text{ЧД5} \cdot \alpha_5 \quad \text{ЧДД5} = 4063415.47$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma \text{ЧДД} := \text{ЧДД1} + \text{ЧДД2} + \text{ЧДД3} + \text{ЧДД4} + \text{ЧДД5}$$

$$\Sigma \text{ЧДД} = 20240077.95$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$\Sigma C_{\text{полн. пр.}} := Z_{\text{полн пр1}} + Z_{\text{полн пр2}} + Z_{\text{полн пр3}} + Z_{\text{полн пр4}} + Z_{\text{полн пр5}}$$

$$K_{\text{инв.}} := 0.029$$

$$I_0 := K_{\text{инв.}} \cdot \Sigma C_{\text{полн. пр.}} \quad (59)$$

$$I_0 = 8553551.1$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\text{ЧДД} := \Sigma \text{ЧДД} - I_0$$

$$\text{ЧДД} = 11686526.84$$

Индекс доходности.

$$ID := \frac{\text{ЧДД}}{I_0} \quad (60)$$

$$ID = 1.37$$

Срок окупаемости проекта.

$$\text{Токуп} := \frac{I_0}{\text{ЧДД}} \quad (61)$$

$$\text{Токуп} = 0.73$$

После всех проведённых расчётов строим график зависимости налогооблагаемой прибыли от объёма продаж рисунок 16 и сводим все расчёты в таблицу 20.

График зависимости налогооблагаемой прибыли от объёма продаж.

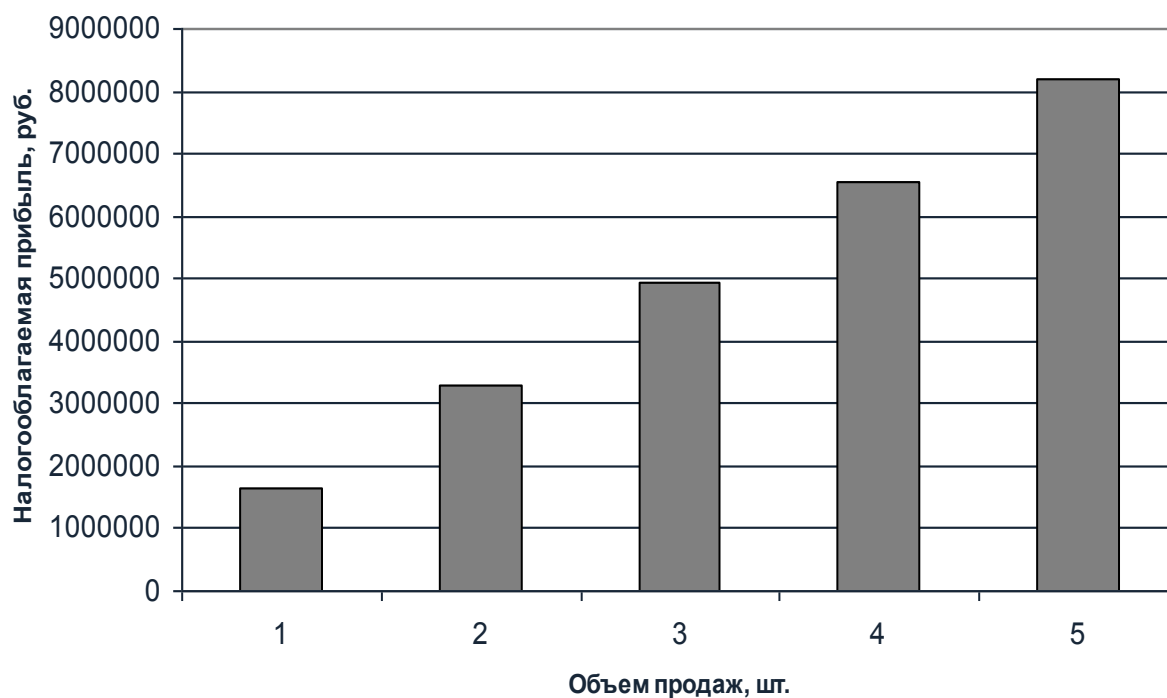


Рисунок 16 – Зависимость налогооблагаемой прибыли от объема продаж

Таблица 20 – Показатели коммерческой эффективности проекта

№ п.п.	Наименование показателей	Годы					
		0	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	6	7
1	Объем продаж Vпрод.(шт)		33328	38746	44164	49582	55000
2	Отпускная цена за единицу продукции (руб.) Цотп.		1447,1		1144		
3	Выручка.н. (тыс.руб.)		48230,515	56071,158	63911,800	71752,443	79593,085
4	Переменные затраты (тыс.руб.) Зперем.б.		16634,338	19338,516	22042,694	24746,872	27451,050
	Зперем.н.		38138,492	44338,514	50538,536	56738,559	62938,581
5	Амортизация, Ам (тыс.руб.)		297,512				
6	Постоянные затраты,(тыс.руб.) Зпост.б.		9314,250				
	Зпост.н.		8451,471				
7	Полная себестоимость, (тыс.руб.) Спол.б.		25948,588	28652,766	31356,944	34061,122	36765,300
	Спол.н.		46589,963	52789,985	58990,008	65190,030	71390,052
8	Налогооблагаемая прибыль, б (тыс.руб.)		22281,927	27418,392	32554,856	37691,321	42827,785
	Налогооблагаемая прибыль, н		1640,552	3281,172	4921,792	6562,413	8203,033
9	Налог на прибыль, б (тыс.руб.)		5347,663	6580,414	7813,165	9045,917	10278,668
	Налог на прибыль, н		393,733	787,481	1181,230	1574,979	1968,728
10	Прибыль чистая, б		16934,265	20837,978	24741,691	28645,404	32549,117
	Прибыль чистая, н		1246,820	2493,691	3740,562	4987,434	6234,305
11	Чистый поток реальных денег ЧД (тыс.руб.)		4340,632	4891,310	5441,987	5992,665	6543,342
12	Коэф дисконтир at1 при Ест.1		0,909	0,826	0,753	0,683	0,621
13	Чистый дисконтированный поток реальных денег, ЧДД1		3945,635	4040,222	4097,816	4092,990	4063,415

14	Капиталообразующие инвестиции Jo (тыс.руб.)	8553,551					
15	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег. сумма ЧДД		20240,078				

Продолжение таблицы 20 – Показатели коммерческой эффективности проекта

№ п.п.	Наименование показателей	Годы					
		0	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	6	7
16	Чистый дисконтированный доход, ЧДД, тыс.руб.	11686,527					
17	Индекс доходности, ИД	1,37					
18	Срок окупаемости проекта Токуп., год	0,73					

6 Безопасность и экологичность объекта

6.1 Влияние упругого элемента задней подвески на безопасность автомобиля.

Большое влияние на эксплуатационные свойства автомобиля оказывает защита его систем, а также водителя, пассажиров и перевозимого груза от динамических воздействий со стороны дороги, при этом значительное внимание уделяют стабильности контакта колес с дорогой. Это приводит к тому, что приходится все глубже изучать сущность процессов, происходящих в системах, и переходить на иные методы борьбы с колебаниями автомобиля.

При проектировании подвески автомобиля одной из наиболее сложных проблем является выбор ее характеристик. От выбора характеристик подвески зависят многие эксплуатационные свойства автомобиля: плавность хода, средние скорости движения, безопасность и т.д. Выбор этих характеристик осложняется тем, что современные стандарты требуют высокого уровня комфорта водителя и пассажиров.

В последние десятилетия требования, предъявляемые к современным автомобилям, становятся все более высокими. Колебания, воздействующие на водителя и пассажиров, являются основным показателем комфортабельности автомобиля и определяют утомляемость водителя, а следовательно, влияет на безопасность движения. Высокие уровни колебаний ограничивают скорость движения автомобиля. Корректно подобранная жесткость подвески влияет на сохранность перевозимых грузов и работоспособность всех агрегатов автомобиля.

Элементы, влияющие на характеристики автомобильной подвески:

а) направляющий аппарат подвески;

- б) упругие элементы подвески;
- в) амортизаторы;
- г) стабилизаторы поперечной устойчивости;
- д) шины;
- е) промежуточные ступени виброзащиты;
- ж) динамические гасители (если они применяются).

Каждым из этих элементов можно в той или иной степени влиять на безопасность транспортного средства.

Целью дипломного проекта является замена упругого элемента, т.е. замена цилиндрической пружины задней подвески на пружину конической формы, которая обладает более прогрессивными характеристиками. Используя нелинейную характеристику подвески, при снаряжённой и полной загрузке автомобиля частота колебаний поддрессоренной массы остаётся неизменной, что улучшает плавность хода и сохраняет постоянства контакта задних колес с дорогой, динамическая ёмкость проектируемой подвески, больше существующей, следовательно и вероятность пробоев будет меньше. Таким образом данная модернизация задней подвески улучшает устойчивость и управляемость автомобиля, и отвечает требованиям ОСТ 37.001.487-89 «Управляемость и устойчивость ТС. Общие технические требования», и ОСТ 37.001.291-84 «Автотранспортные средства. Технические нормы плавности хода»

Нормативные документы на управляемость и устойчивость транспортных средств

Нормативы, регламентирующие требования непосредственно к управляемости и устойчивости ТС и элементам ТС, влияющим на показатели управляемости и устойчивости, можно подразделить на четыре группы:

- а) требования к управляемости и устойчивости ТС и, отдельно, к автоцистернам (ОСТ 37.001.487-89, ОСТ 37.001.471-88, РД 37.001.005-86,

Правила № 111 ЕЭК ООН);

б) требования к элементам управления ТС (Правила № 35 и 79);

в) требования к шинам и колесам (Правила № 30, 54, 64, 108 и 109);

г) требования к сцепным устройствам (Правила № 55 и 102). Данные по указанным нормативным предписаниям приведены в приложении 2.

Учитывая важность устойчивости и управляемости ТС как фактора обеспечения их безопасности, в стране разработаны и используются при сертификации отраслевые стандарты (ОСТ 37.001.487 — 89 и ОСТ 37.001.471 — 88), которые устанавливают значения показателей устойчивости и легкости рулевого управления, влияющих на управляемость автомобилей, а также соответствующие методы испытаний ТС.

Кроме того, при сертификации используется методика испытаний и оценки устойчивости управления (РД 37.001.005 — 86), позволяющая оценить способность системы водитель — автомобиль выполнять с оговоренной заранее точностью на заданном отрезке пути задаваемый закон движения (зависимости изменения скорости, траектории, курсового угла и угла крена в функции пути).

В ГОСТ Р 52302-2004 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний» установлены требования к следующим характеристиками автомобиля:

а) Усилие на рулевом колесе;

б) Стабилизация рулевого управления;

в) Поперечная статическая устойчивость при испытаниях «опрокидывание на стенде».

г) Устойчивость при испытаниях «рывок руля».

д) Управляемость и устойчивость при испытаниях «поворот» и «переставка».

е) Управляемость при испытаниях «прямая».

ж) Управляемость и устойчивость АТС при испытаниях «пробег» эксплуатационных режимах движения.

В ОСТ 37.001.487 — 89 «Управляемость и устойчивость ТС. Общие

технические требования» установлены требования к следующим характеристикам автомобиля:

- а) легкость рулевого управления;
- б) возврат повернутого рулевого колеса в нейтральное положение после его освобождения;
- в) реакция автомобиля на поворот рулевого колеса;
- г) поперечная устойчивость на стенде;
- д) поперечная устойчивость полноприводных автомобилей при движении на повороте.

В ОСТ 37.001.471 — 88 «Управляемость и устойчивость ТС. Методы испытаний» определены методы испытаний ТС для оценки ранее указанных характеристик.

При испытаниях по методике ОСТ 37.001.471 — 88 используются следующие нормативные значения скоростей таблица 21.

НОРМАТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ВЫПОЛНЕНИЯ МАНЕВРА "ПОВОРОТ R = 35 М"

Таблица 21 — Методы испытаний ТС

Категория АТС	M1	M1(*)	M1(**)	Автопоезда M1 с прицепом
V, км/ч	72	65	67	65

Модернизация задней подвески полноприводного автомобиля 2-го класса затрагивает лишь одно требование регламентирующий выше указанный ОСТ 37.001.487-89 – это поперечная устойчивость полноприводных автомобилей при движении на повороте. Применение в задней подвеске пружины конической формы позволяет увеличить угловую жесткость задней подвески автомобиля что естественно оказывает положительное влияние на управляемость и устойчивость автомобиля при движении на повороте.

По расчетным данным проектная конструкция задней подвески

автомобиля позволяет преодолевать поворот $R = 35\text{м.}$ на скорости 80 км/ч. Исходя из этого можно сделать вывод о том что автомобиль Шевроле Нива с используемой на нём проектной конструкцией задней подвески соответствует нормативным требованиям выше приведенных стандартов.

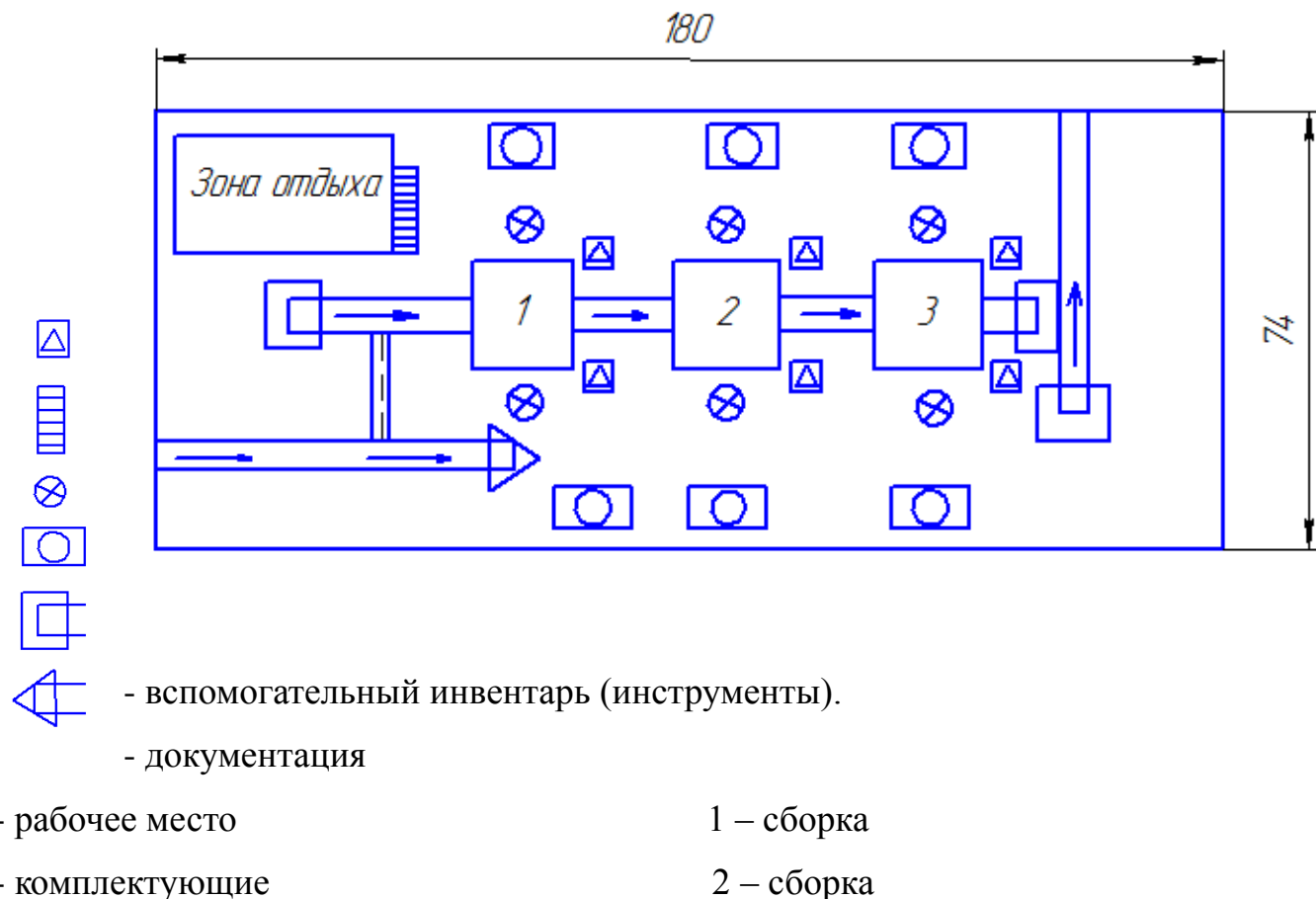
Ниже я опишу участок на котором будет собираться задняя подвеска.

6.2 Описание участка

Сборка задней подвески осуществляется на линии подборки включает в себя три поста.

Участок располагается в закрытом помещении рабочей площадью: $F=A*B=18*7,4=133,2\text{ (м}^2\text{)}$ смотреть рисунок 17

Для перемещения заднего моста используется конвейер. Инструменты для работы применяются: ключи накидные, пневматический гайковёрт и приспособление для фиксации.



- горизонтальный конвейер

3 – сборка

- цепной конвейер

Рисунок 17 — Схема участка под сборки.

6.3 Перечень оборудования, установленного на участке сборки задней подвески

Оборудование на участке сборки приведены в таблица 22.

Таблица 22 — Оборудование на участке сборки

№ позиции на эскизе линии под сборки	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1	Технологическое поддерживающее приспособление, пневмогайковёрт, ключи S-12, S-19.	Установка кронштейнов под амортизатор и продольную штангу. Установка продольной и поперечной штанги и их закрутка.
2	Приспособление для фиксации задней подвески, пневмогайковёрт, ключ S-12	Установка амортизатора и закрутка, установка штанги продольной верхней и закрутка.
3	Приспособление для фиксации задней подвески, ключ S-19, пневмогайковёрт.	Установка буфера, установка пружины с чашками.

6.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов при сборке задней подвески

Опасные и вредные производственные факторы приведены в таблица 23.

Таблица 23 — Опасные и вредные производственные факторы

1 ОВПФ	2 ИСТОЧНИКИ
Физические: Движущиеся машины и механизмы;	Конвейер, погрузчики.
Подвижные части оборудования;	гайковерт.
Передвигающиеся изделия и заготовки;	Узлы подвески, задний мост.

Продолжение таблицы 23 — Опасные и вредные производственные факторы

3 ОВПФ	4 ИСТОЧНИКИ
Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны (от 20 мг/м ³);	Выхлопные газы от погрузчиков.
Повышенный уровень шума, вибраций (от 85 дБ); Электрические напряжения 220-380V.	Работа пневмогайковерта. Электрические установки.
Отсутствие или недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока.	Осветительные оборудования.
Острые кромки, заусенцы на деталях.	Кронштейн продольной штанги, Кронштейн амортизатора.
Психофизиологические: Статические и динамические перегрузки; перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов; монотонность труда.	Физические перегрузки при установке, закреплении и съёме деталей. Недостаточная вентиляция или система отопления

6.5 Воздействие опасных и вредных производственных факторов на работающих

Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки при несоблюдении специальных мер

защиты могут привести к переломам, ушибам, сотрясениям, ссадинам и т.д. различных органов и конечностей человека.

Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны.

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

Повышенный уровень шума, вибраций. В первую очередь шум воздействует на сердечно - сосудистую систему человека. Второй по степени воздействия – слуховой орган. При давлении, равном $2 \cdot 10^2$ Па и интенсивности $J = 10$ Вт/м², частоте 1000 Гц у человека возникают болевые ощущения – болевой порог. Человек воспринимает звуковые колебания от 20 до 20000 Гц. Наименьшее звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па и интенсивность $J_0 = 10^{-12}$ Вт/м² при частоте 1000 Гц. Третий по степени воздействия – гипофиз человека. Запрещается даже кратковременное пребывание в местах со звуковым давлением более 135 дБ в любой октановой полосе.

Повышенное значение напряжения в электроцепи. Повышенный уровень статического электричества.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает следующее воздействие:

- а) Электролитическое: разложение крови и плазмы;
- б) Термическое: нагрев тканей, сосудов человека, нервов, возникают ожоги;
- в) Биологическое: раздражение и возбуждение живых тканей организма, произвольное сокращение мышц, что может привести к прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения.

Отсутствие или недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока. Естественный свет имеет высокую биологическую и гигиеническую ценность и оказывает сильное

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

Острые кромки, заусенцы на деталях без СИЗ (средств индивидуальной защиты) могут привести к ссадинам, порезам конечностей.

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

6.6 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

6.6.1 Требования безопасности с движущимися машинами, механизмами, частями оборудования и деталями

Для обеспечения безопасности рабочего персонала от получения механических травм от движения конвейера, перемещения инструмента (гайковёрт), передвигающихся узлов и падения комплектующих деталей, а также возможности травмирования при контакте с движущимся напольным внутрицеховым и межцеховым транспортом на участке сборки принимаем следующие меры:

а) применение средств индивидуальной защиты.

- б) установка металлических заградительных отбойников в зоне выхода персонала на проезжую часть с участка сборки;
- в) нанесение разметки зон переходов на проезжей части, применение предупреждающих дорожных знаков, ограничение скорости движения транспорта внутри цеха.

6.6.2 Требования к вентиляции

Для обеспечения чистоты воздуха и нормализации параметров микроклимата в производственных помещениях должна быть предусмотрена приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции.

6.6.3 Требования к повышенному шуму и вибрации

Защита рабочих от шума может осуществляться как коллективными средствами и методами, так и индивидуальными средствами. В первую очередь надо использовать коллективные средства, которые по отношению к источнику шума подразделяются на средства, снижающие шум в источнике его возникновения, и средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта. Наиболее эффективны мероприятия, ведущие к снижению шума в источнике его возникновения. Средства индивидуальной защиты от шума: вкладыши, наушники.

Требования электробезопасности

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

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током являются: защитное заземление, электрическое разделение сетей, защитное отключение, изоляция токоведущих частей, оградительные устройства, знаки безопасности, изолирующие защитные и предохранительные приспособления.

6.6.4 Требования к освещению

Естественное и искусственное освещение производственных помещений должно соответствовать 8 разряду зрительной работы по СН и П23 – 05 – 95. Для местного освещения должны использоваться светильники с непросвечиваемыми отражателями с защитным углом не менее 30°. Кроме того, должны быть предусмотрены меры по снижению отражённой блёсткости.

6.6.5 Требования к применению средств индивидуальной защиты работающих

Рабочие и служащие цехов и участков, для защиты от от механических повреждений (ссадин, порезов) воздействия опасных и вредных производственных факторов должны быть обеспечены спецодеждой, специальной обувью и предохранительными приспособлениями.

Специальная одежда для защиты от механических повреждений устанавливается ГОСТ 12.4.038 – 78.

Средства защиты рук – перчатки х/б ГОСТ 12.4.010–78, защитные дерматологические средства ГОСТ 12.4.068 – 79.

6.6.6 Требования к снижению утомляемости, перенапряжения зрительных и слуховых анализаторов и монотонности

Обеспечивается в основном за счет ротации работников и внедрения научной организации труда. Что дает рациональную организацию рабочих мест, использование непродолжительных перерывов, а также предусматривается создание комнат эмоциональной разгрузки для рабочего персонала. На уровень утомляемости также влияет и совокупность других производственных факторов, поэтому воздействуя на такие вредные производственные факторы, как шум и вибрация можно добиться снижение утомляемости.

6.6.7 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте

Под системами пожарной защиты понимаются комплексы организационных мероприятий и технических средств, направленных на

предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, а также ограничение материального ущерба.

Пожарная защита производственных объектов обеспечивается: правильным выбором степени огнестойкости (по группе возгораемости колонны на рабочем участке относятся к несгораемым с пределом огнестойкости 2 ч.); ограничением распространения огня в случае возникновения очага пожара; обваловкой и бункеровкой взрывоопасных участков производства; применением систем активного подавления взрыва; применением систем противодымной защиты; обеспечением безопасной эвакуации людей; применением средств пожарной сигнализации, автоматического системы пожаротушения и извещения.

Большое значение при осуществлении мер пожаро – и взрывобезопасности имеет оценка пожарной опасности производства.

В соответствии со строительными нормами и правилами (СН и П21 – 07 – 97 и НПБ 105 - 95) производственные здания и склады по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на 6 категорий: А, Б, В, Г, Д.

6.7 Защита работающих в чрезвычайных и аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации необходимо выключить оборудование, используя аварийный выключатель, например:

- а) при попадании посторонних предметов в транспорт автоматических линий, направляющих силовых головок, на позиции загрузки и выгрузки;
- б) при попадании человека в опасную зону;
- в) при загорании электрооборудования;
- г) при коротком замыкании;
- д) при неправильной ориентации детали на транспорте и рабочих позициях;
- е) при срабатывании какого-либо агрегата, который может привести к серьёзным поломкам линии или агрегата.

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

В случае возникновения пожара или природного катаклизма должна быть обеспечена возможность безопасной эвакуации людей. Согласно СНИП П-2 – 80, число эвакуационных выходов следует иметь не менее двух. Допускается иметь одну дверь, ведущую к эвакуационным выходам из помещений, расположенных на любом этаже с числом работающих не более: 5 человек при площади пола не более 110 м² с производствами категорий А, Б, и Е; 25 человек при площади не более 300 м² с производствами категории В; 50 человек при площади пола не более 600 м² с производствами категории Г и Д.

На основе описанного мной участка и воздействия опасных и вредных факторов, ниже я привёл пример инструкции для слесаря сборочных работ.

6.8 Инструкция по безопасности и охране труда для слесаря сборочных работ.

Требования безопасности перед началом работы.

а) Привести в порядок рабочую одежду, рукава одежды застегнуть у кистей рук, заправить одежду так, чтобы не было развешивающихся концов.

Спецодежда должна соответствовать нормам средств индивидуальной защиты.

б) Убедиться, что на рабочем месте чистота и порядок.

в) Ознакомиться с документацией, подготовить нужный инструмент и приспособления, рационально разместить их на рабочем месте, пользоваться только тем инструментом и приспособлениями, которые указаны в документации, хранить инструмент в полном порядке, а точно определённом месте.

г) Проверить, что детали, поступившие для сборки на данный участок, на рабочем месте находятся в предусмотренных технологическим процессом контейнерах, на стеллажах или другой таре.

д) Проверить исправность пусковых устройств, ограждений и блокировок автоматических линий или станка.

Требования безопасности во время работы.

а) Приступая к выполнению подготовительных операций, проверить сборочные установки, электро - и пневмоинструмент на холостом ходу и убедиться в их исправности. Отрегулировать местное освещение так, чтобы рабочая зона была достаточно освещённая, но свет не слепил глаза.

б) При работе на сборочных прессах включение производить только кнопками или рычагами двуручного управления; не поправлять и не снимать деталь при движении штока главного цилиндра и не блокировать кнопки включения и концевые выключатели.

в) При работе с ударным инструментом (рубка металла, расчеканка, ручная запрессовка и др.) пользоваться защитными экранами или очками и принять меры, исключающие травмирование рядом работающих.

г) Не допускается:

1) Допуск посторонних лиц на своё рабочее место;

2) Работа при самопроизвольном включении оборудования, переключения его с наладочного на автоматический режим работы.

3) Работа при неисправности сигнальных устройств на пульте управления, указывающих на включенное и выключенное положение линии;

4) Работа при незакреплённом или неправильном положении детали на рабочей позиции и транспорте;

5) Во время работы оборудования самопроизвольное опускание подъёмников, транспортных устройств, механизмов поворота, накопителей штабелей, механических рук и т.п.;

б) Установка, крепление, снятие изделия и инструмента, замер деталей и выполнение других работ, не предусмотренных технологическим процессом, во время работы линии.

д) При переходе через транспортные линии необходимо пользоваться транспортными мостиками.

е) Обязательно остановить линию и выключить электропитание:

- 1) При перерыве в подаче электроэнергии;
- 2) При обнаружении неисправности оборудования;

Требования безопасности после работы.

- а) Убедиться в том, что оборудование полностью выключено.
- б) Весь ручной инструмент разложить по своим местам.
- в) Привести в порядок своё рабочее место.
- г) Привести в порядок рабочую одежду.
- д) Вымыть руки.

Вывод:

В своей работе я показал, что разрабатываемая мной конструкция задней подвески полноприводного автомобиля Шевроле Нива отвечает нормативным требованиям и стандартам на безопасность. Описал участок где будет собираться задняя подвеска автомобиля, со всеми опасными и вредными факторами, их ним воздействием на человека и привел примеры мероприятий по обеспечению безопасных условий труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе рассмотрены современные конструкции задних подвесок легковых автомобилей. На основе проведенного анализа была модернизирована задняя подвеска полноприводного легкового автомобиля Шевроле Нива, путем замены стандартной цилиндрической пружины на коническую.

Данная модернизация задней подвески улучшила плавность хода автомобиля, а также его устойчивость и управляемость.

В работе также выполнен тяговый расчет автомобиля. Получены значения максимальной скорости, времени и пути разгона, определен расход топлива при движении на высшей (пятой) передаче. Приведены графики тягового, мощностного и динамического балансов автомобиля.

В технологической части разработан техпроцесс сборки задней подвески и определена трудоемкость сборки.

При расчёте экономических показателей после внедрения модернизируемой задней подвески в массовое производство, мы увидели, что повышается потребительские качества автомобиля и его конкурентно способность.

Также рассмотрен участок, где будет собираться задняя подвеска

автомобиля, со всеми опасными и вредными факторами, их ним воздействием на человека, и приведены примеры мероприятий по обеспечению безопасных условий труда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Куклин Н.Г. и др. Детали машин. - М:Высшая школа ,1973.-384с.
2. Лукин П.П. и др. Конструирование и расчет автомобиля.-М.: Машиностроение, 1984.- 376с.
3. Краткий автомобильный справочник М. Транспорт 1984 г.
4. Гришкевич А.И. «Конструкция, конструирование и расчет автомобиля» МН Высшая школа 1987 г.
5. Малкин В.С. «Конструкция и расчет автомобиля» КуАИ 1978 г.
6. «Автомобиль» под ред. Вишнякова «Машиностроение» 1986 г. 2 изд-е.
7. Лысов М.И. «Машиностроение» 1972 г. 2 изд-е.
8. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета.-М.: Машиностроение, 1989.-304с.
9. Писаренко Г.С. и др.Справочник по сопротивлению материалов.- Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
10. Раймпель И. Шасси автомобиля. -М.: Машиностроение, 1983.-356с.
11. Раймпель И. Шасси автомобиля. -М.: Машиностроение, 1987.-232с.
12. Раскин А.М., Яшин А.Ф. Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля.- Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
13. Родионов В. Ф., Фиттерман Б. М. Легковые автомобили. “ Машиностроение”, М,1971

14. Фчеркан Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. М. 1969
15. Чайковский И.П., Саломатин П.А. Рулевые управления автомобилей. - М.: Машиностроение, 1987.-176с.
16. 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.
17. Горина Л.Н.Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Тольятти: ТолПИ, 2000.-79с.
18. Охрана труда в машиностроении: Сборник нормативно-технических документов 2 томах. Том 2 / Сост.:А.И.Шуминов и др.- М.: Машиностроение, 990. - 352 с .
19. Капрова В.Г. Технико-экономическое обоснование дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов спец. “Автомобиле- и тракторостроение”.- Тольятти: ТГУ, 2005.
20. СТП 2.207-84. Дипломное проектирование.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Внешняя скоростная характеристика

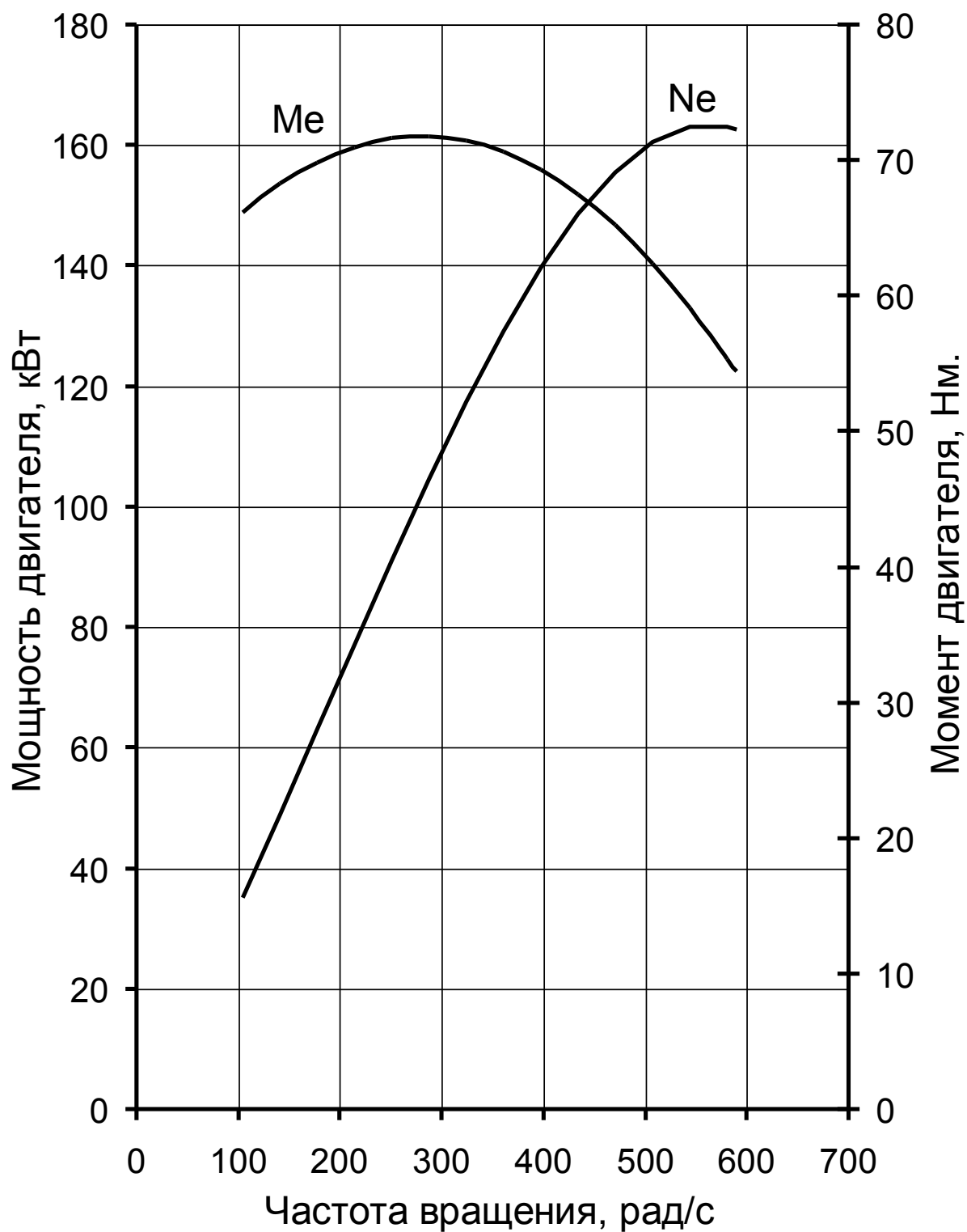


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика (ВСХ)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тяговый баланс

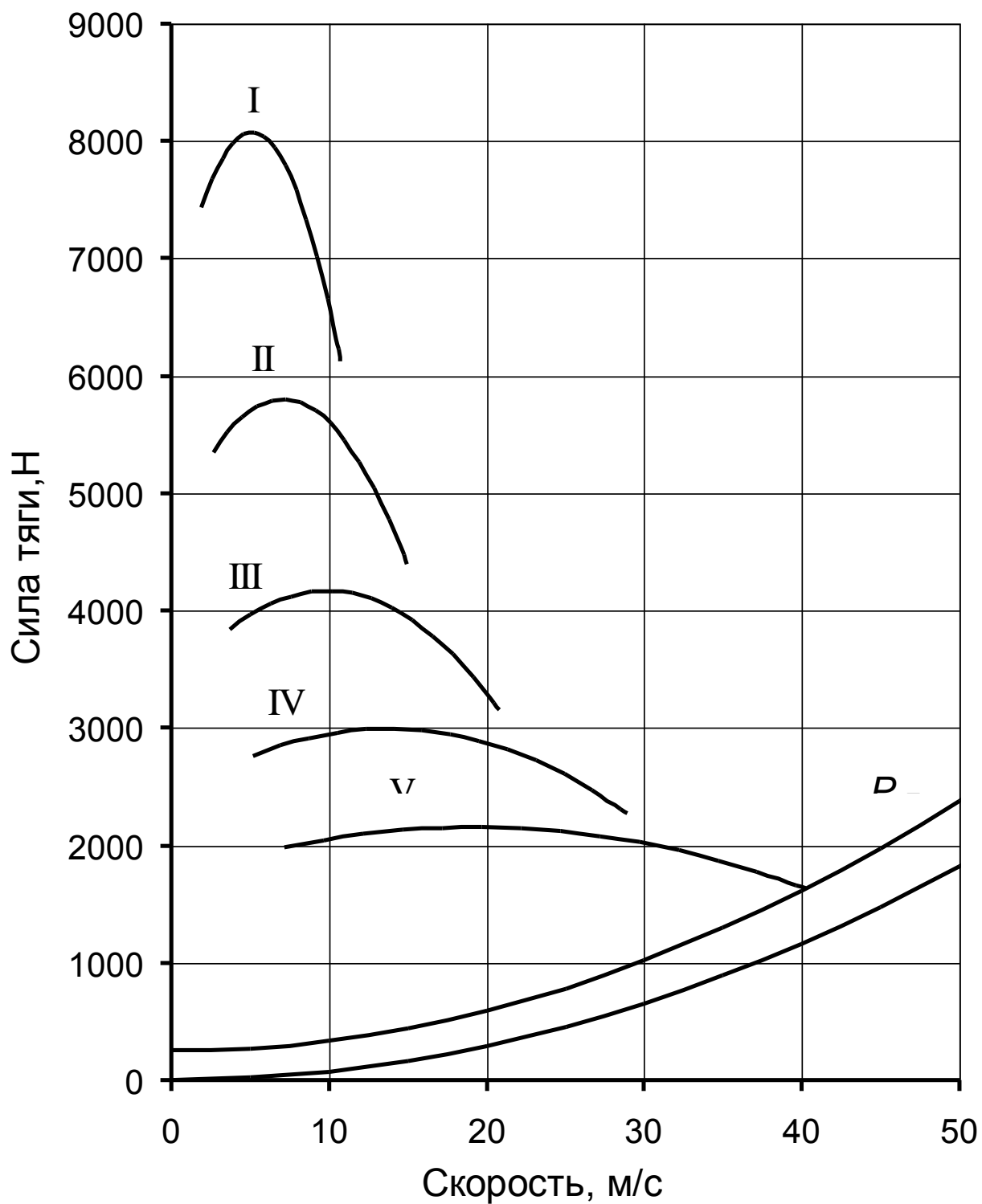


Рисунок А.2 – Тяговый баланс автомобиля

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Динамический баланс

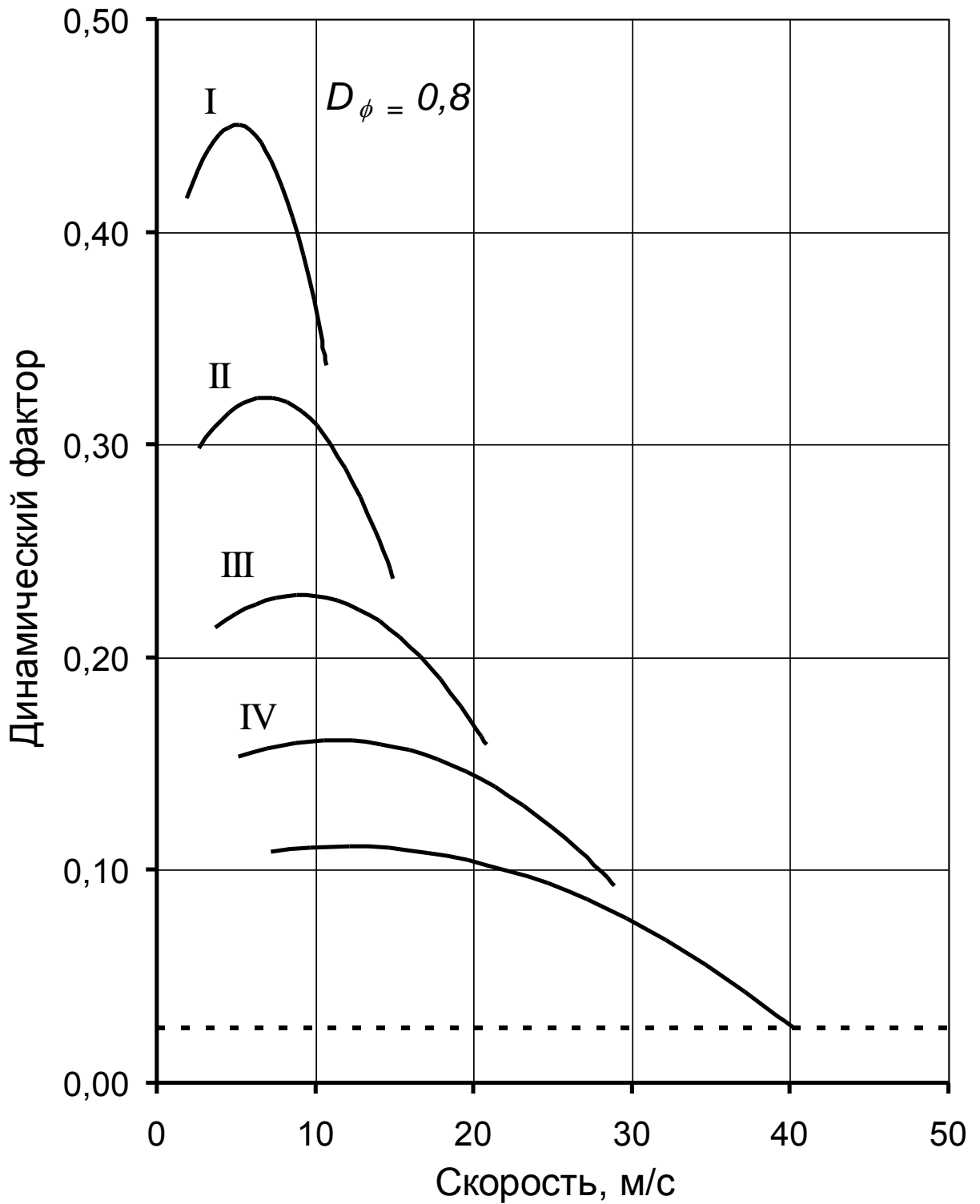


Рисунок А.3 – Динамическая характеристика автомобиля

Ускорения на передачах

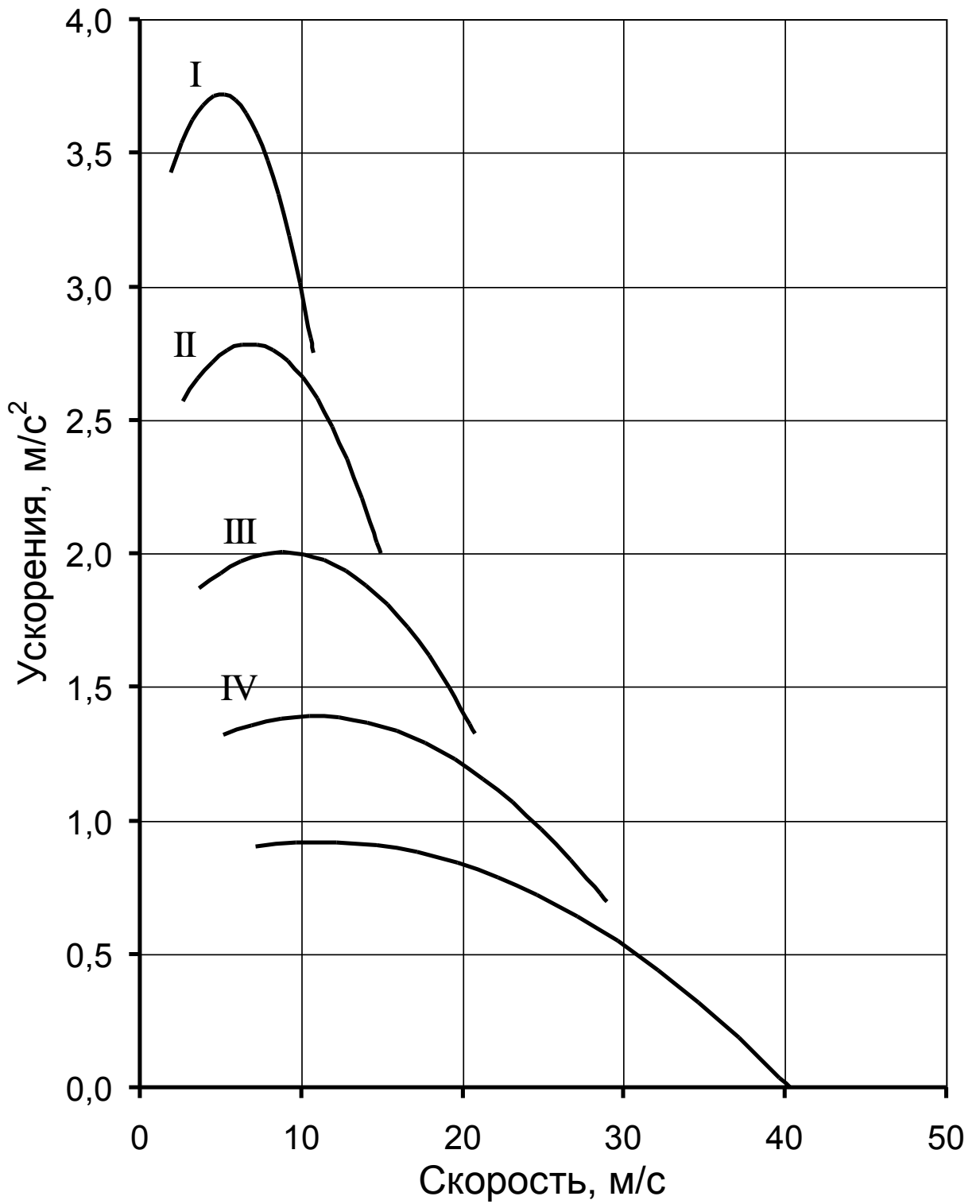


Рисунок А.4 – Ускорения автомобиля

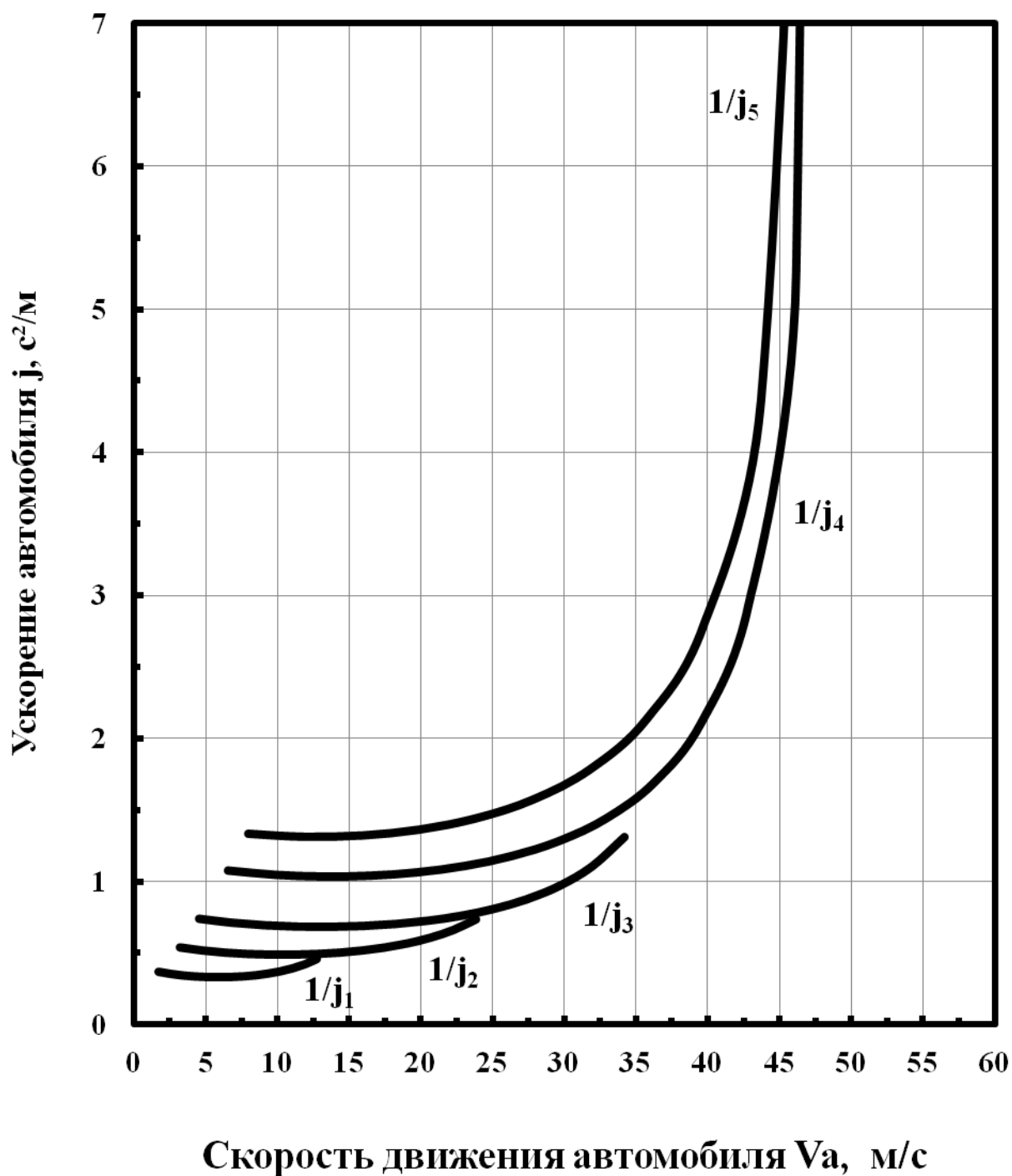


Рисунок А.5 – Обратные ускорения автомобиля

Время разгона

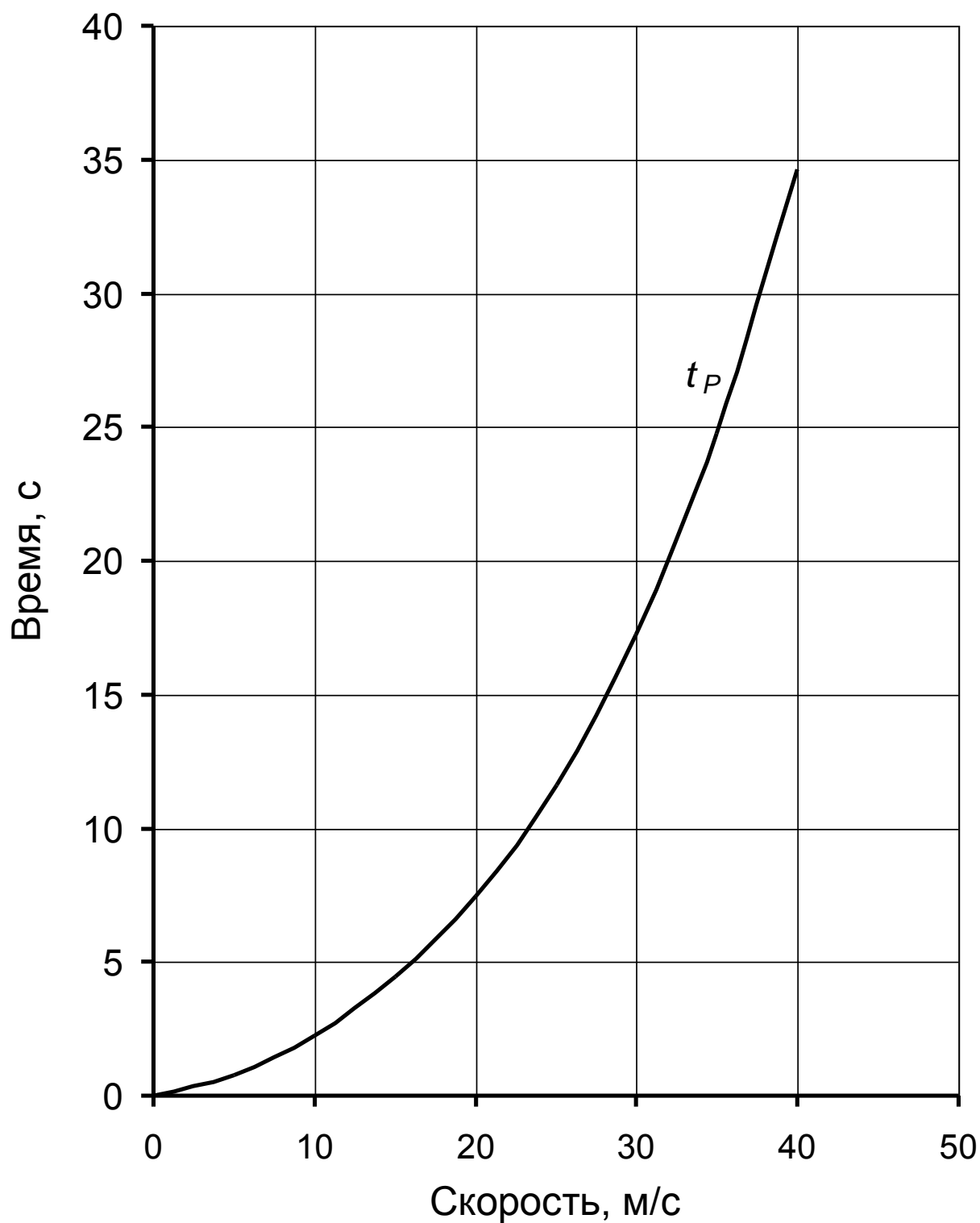


Рисунок А.6 – Время разгона автомобиля

Путь разгона

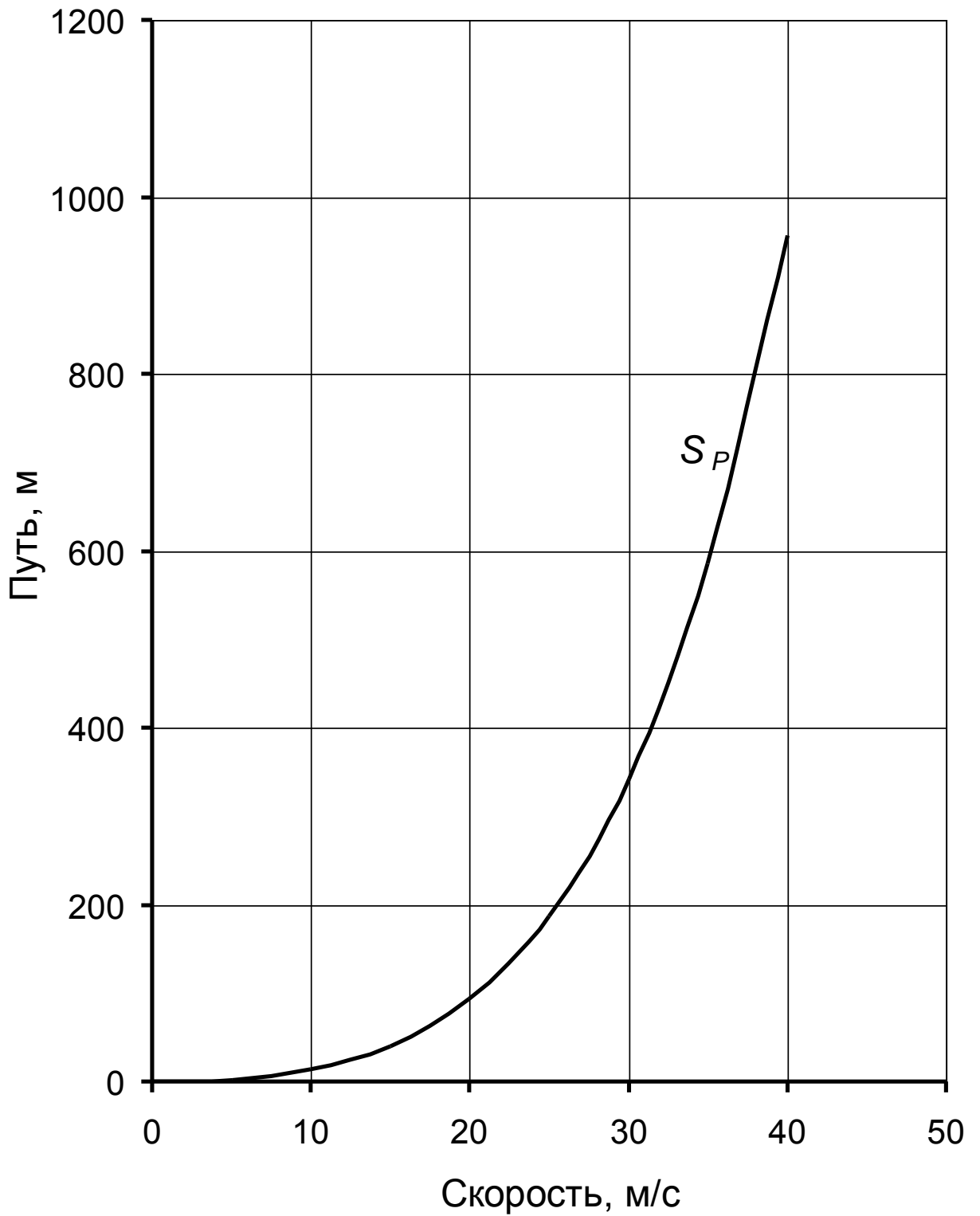


Рисунок А.7 – Путь разгона автомобиля

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Баланс мощностей

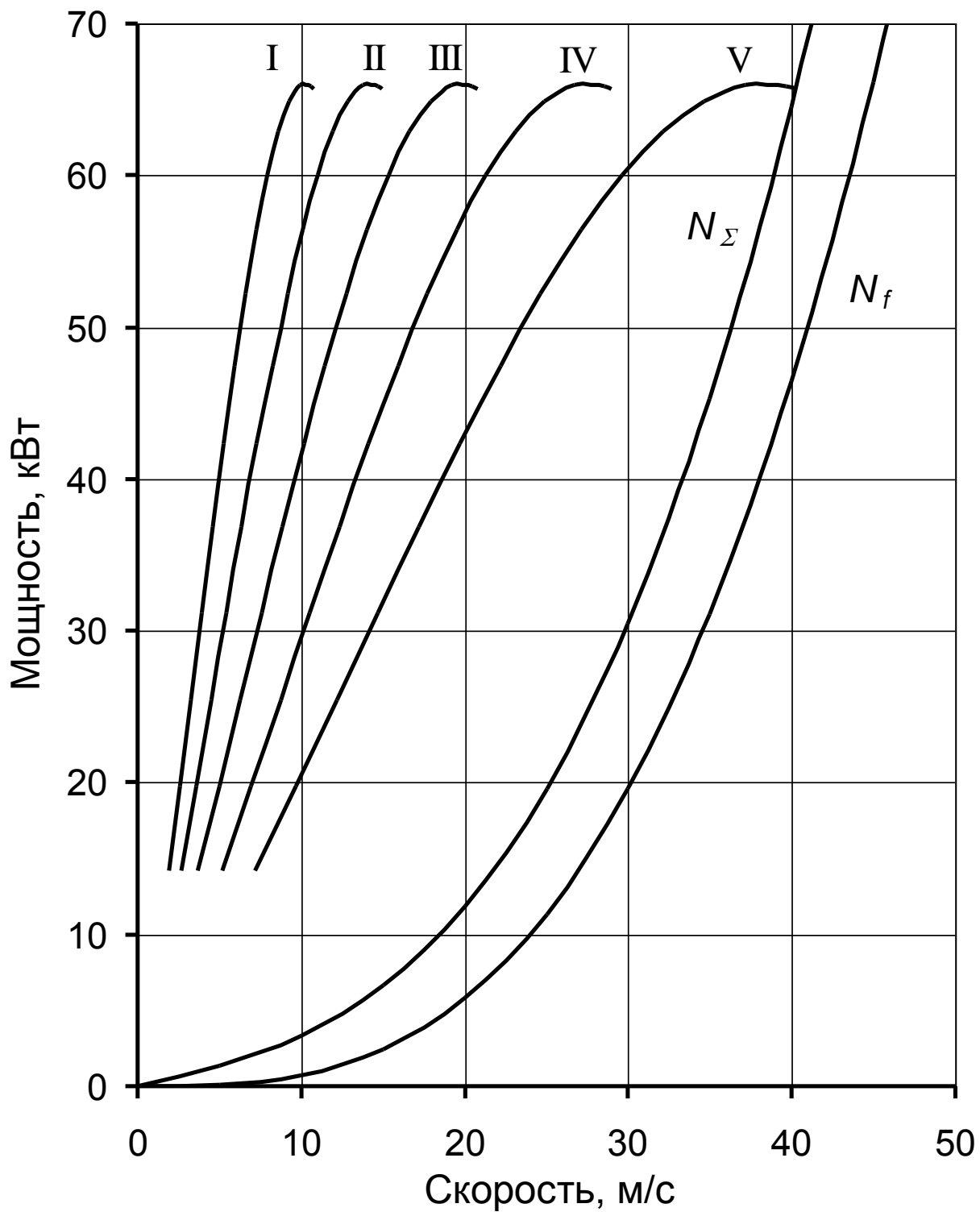


Рисунок А.8 – Мощностной баланс автомобиля

Путевой расход топлива

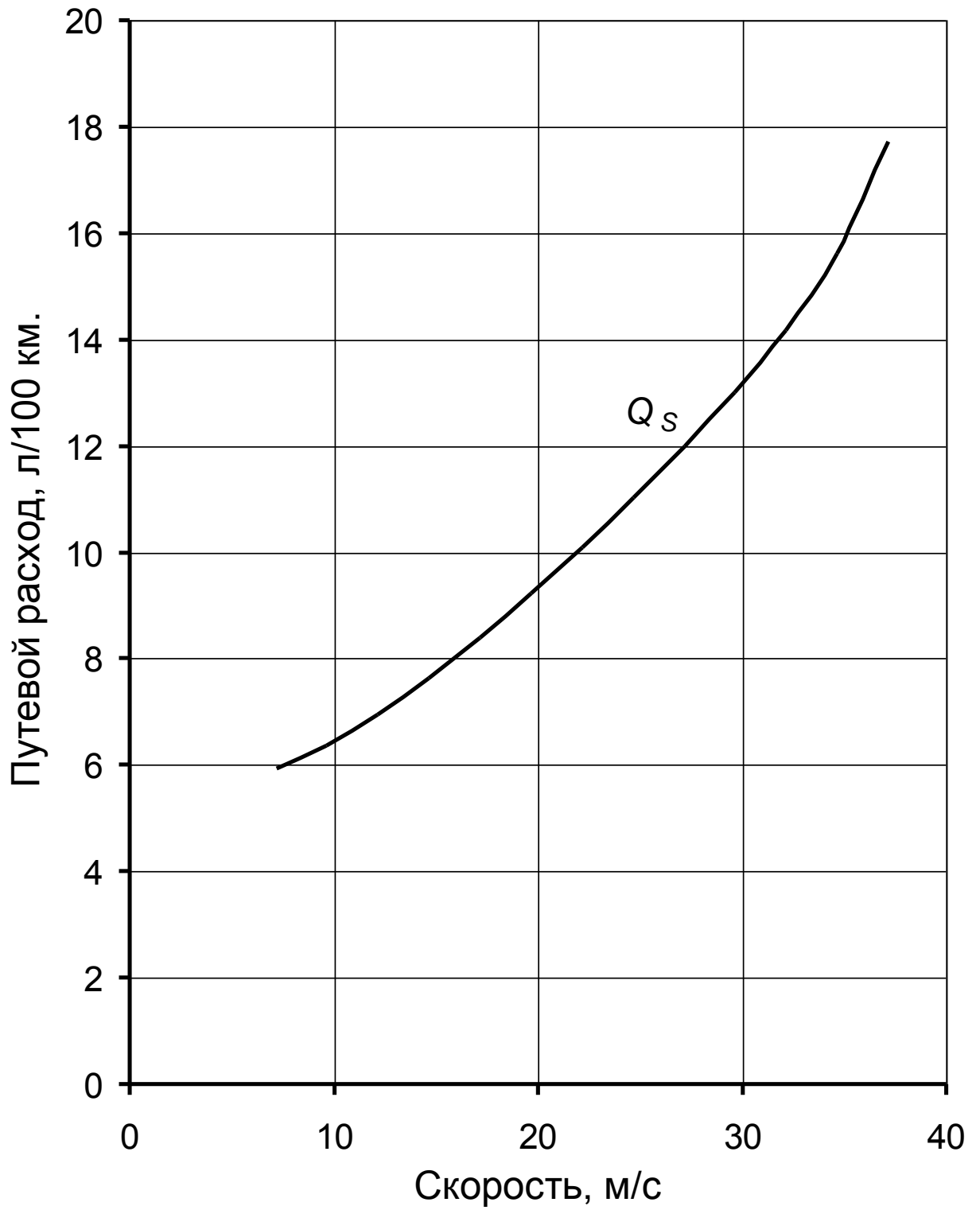


Рисунок А.9 – Расход топлива автомобиля