



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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Проектирование и  
эксплуатация автомобилей»

\_\_\_\_\_ А.В. Бобровский  
«02» февраля 2016 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломного проекта**

Студент Марасанов Николай Андреевич

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

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

3. Исходные данные к дипломному проекту: *тип автомобиля - переднеприводный легковой 2-го класса; масса снаряженного автомобиля  $G = 1088$  кг; шины 175/65 R14; коэффициент сопротивления качению  $f_o = 0,012$ ; коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x = 0,30$ ; коэффициент уклона  $i = 0,30$ ;  $V_{max} = 185$  км/ч.*

Цель проекта: *Повышение комфортабельности, устойчивости, плавности хода автомобиля.*

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

**Аннотация**

**Введение**

**1. Состояние вопроса**

1.1. Назначение агрегата или системы

1.2. Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы.

1.3. Классификация конструкций агрегата или системы

1.4. Обзор и тенденции развития конструкции агрегата или системы.

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

**2. Защита интеллектуальной собственности**

(предусмотрено/не предусмотрено) Руководитель \_\_\_\_\_

**3. Конструкторская часть**

3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля

3.2. Выбор компоновочной схемы объекта.

3.3. Кинематические, динамические и др. расчеты.

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

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

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

**4. Технологическая /Исследовательская часть**

Разработка технологического процесса сборки задней независимой подвески автомобиля.

**5. Анализ экономической эффективности объекта**

Расчет себестоимости проектной конструкции задней независимой подвески автомобиля, расчет точки безубыточности, коммерческой и общественной эффективности проекта.

**6. Безопасность и экологичность объекта**

Разработка мероприятий по обеспечению безопасных условий труда на рабочем месте, обеспечение пожаробезопасности и электробезопасности, инженерные расчеты, экологическая экспертиза объекта.

**Заключение**

**Список литературы**

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

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид. 1 лист ф. А1

Графики тягово-динамического расчета 1 лист ф.А1

Сборочные чертежи 3 листов формата А1

Детализовка 3 листов формата А1

Технологическая схема сборки разрабатываемого узла 1 лист ф. А1

Показатели экономической эффективности объекта 1 лист ф. А1

6. Консультанты по разделам

Технологическая /Исследовательская часть \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

Анализ экономической эффективности объекта \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

Безопасность и экологичность объекта \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

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

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

В.М. Скутнев

Задание принял к исполнению

Н.А. Марасанов

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

**ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ**  
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой «Проектирование  
и эксплуатация автомобилей»  
А.В. Бобровский

(подпись) (И.О. Фамилия)  
«02» февраля 2016г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения дипломного проекта**

Студента Марасанова Николая Андреевича

по теме Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация задней подвески

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

Руководитель дипломного проекта \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.М. Скутнев  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_  
(подпись)

Н.А. Марасанов  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Целью настоящего проекта стала модернизация задней подвески автомобиля ВАЗ-2170, а именно, разработка независимой подвески, позволяющей решить ряд задач, важнейших на данный момент для потребителя: улучшение показателей устойчивости, управляемости, повышение комфорта и полезной нагрузки.

Техническая сложность достижения поставленной задачи заключается не в создании самой конструкции как таковой, а в обеспечении ее размещения в пространство, обеспечиваемое кузовом автомобиля ВАЗ-2170 практически без конструктивных изменений последнего.

Проект содержит необходимые расчеты для определения габаритных размеров, конструктивных параметров стойки телескопической и пружины подвески, уточненные значения размеров элементов подвески, обеспечивающих необходимые прочностные качества при выбранных коэффициентах запаса.

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

В технологическом разделе приводится технологическая схема сборки задней независимой подвески.

В разделе безопасности и экологичности описываются все опасные производственные факторы при изготовлении и сборке гидравлической стойки для проектируемой подвески и мероприятия по разработке безопасных условий труда.

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

# СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ.....	6
<b>1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....</b>	<b>10</b>
1.1 Назначение задней подвески и требования, предъявляемые к ней. ....	10
1.2 Анализ отечественных и зарубежных конструкций аналогов данного объекта.....	14
1.3 Выбор рационального варианта конструкции. ....	16
1.4 Технико-экономическое обоснование принятого варианта конструкции. .....	20
1.5 Описание конструкции модернизируемой задней подвески.....	22
<b>2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>25</b>
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	25
2.1.1 Исходные данные .....	25
2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчета .....	25
2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи .....	27
2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя. ....	27
2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач .....	28
2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах. ....	29
2.1.7 Сила тяги на ведущих колесах .....	28
2.1.8 Силы сопротивления движению.....	30
2.1.9 Динамический фактор.....	31
2.1.10 Ускорения автомобиля.....	32
2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля. ....	32
2.1.12 Время и путь разгона .....	34
2.1.13 Мощностной баланс .....	36
2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика.....	37
2.2 Расчет основных параметров задней подвески автомобиля .....	39
<b>3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>49</b>
3.1 Анализ технологичности конструкции задней подвески .....	49
3.2 Разработка технологической схемы сборки задней подвески .....	50

3.3	Определение типа производства .....	56
3.4	Выбор организационной формы сборки.....	56
3.5	Составление маршрутной технологии.....	56
<b>4</b>	<b>БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА .....</b>	<b>60</b>
4.1	Анализ влияния пременения на автомобиле задней независимой подвески на устойчивость, безопасность и плавность хода автомобиля .....	60
4.2	Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций .....	66
4.3	Опасные и вредные производственные факторы.....	69
4.4	Мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	72
4.5	Обеспечение электробезопасности .....	74
4.6	Требования к производственным помещениям .....	75
4.7	Расчет искусственного освещения.....	76
4.8	Расчет обменной вентиляции .....	77
4.9	Расчет защитного заземления .....	78
4.10	Антропогенное воздействие на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности .....	79
4.11	Экологическая экспертиза проекта.....	80
4.12	Безопасность при аварийных и чрезвычайных ситуациях .....	81
<b>5</b>	<b>ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....</b>	<b>84</b>
	<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>84</b>
5.1	Расчет себестоимости проектируемой независимой подвески .....	85
5.2	Расчет экономии от повышения долговечности проектируемого узла ...	92
5.3	Расчет точки безубыточности проекта.....	94
5.4	Расчёт коммерческой эффективности .....	94
	Заключение.....	111
	Список используемой литературы.....	112
	Приложения.....	113

## **ВВЕДЕНИЕ**

При разработке современных автомобилей особое внимание уделяют подвеске, так как она влияет на качество движения автомобиля при разных условиях дороги. Подвеской автомобиля называется совокупность

устройств, обеспечивающих упругую связь между несущей системой и мостами или колёсами автомобиля, уменьшение динамических нагрузок на несущую систему и колёса, и затухание их колебаний, а также регулирование положения кузова автомобиля во время движения. Подвеска, являясь промежуточным звеном между кузовом автомобиля и дорогой, должна быть лёгкой и наряду с высокой комфортабельностью обеспечивать максимальную безопасность движения. Для этого необходимы точная кинематика колёс а так же плотный их контакт с дорожным полотном, высокая информативность управления (не только рулевого), а также изоляция кузова от дорожных шумов и жесткого качения радиальных шин (особенно с низким профилем). Кроме того, надо учитывать, что подвеска передаёт на кузов силы, возникающие в контакте колеса с дорогой, поэтому она должна быть прочной и долговечной. Применяемые шарниры должны легко поворачиваться, быть мало податливыми и вместе с тем обеспечивать шумоизоляцию кузова. Рычаги должны передавать силы практически во всех направлениях, а также тяговые и тормозные моменты, и быть при этом не слишком тяжелыми. Упругие элементы при эффективном использовании материалов должны быть простыми и компактными, и допускать достаточный ход подвески.

Целью данного дипломного проекта является улучшение управляемости и устойчивости автомобиля, а также повышение надёжности и безопасности автомобиля при работе в экстремальных условиях (условиях перегрузок).

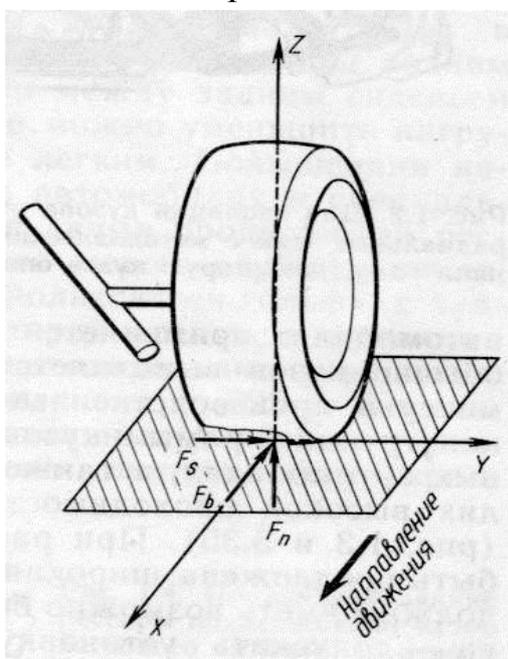
Для успешной конкуренции на ВАЗе требуется провести ряд мероприятий для повышения конкурентоспособности продукции предприятия.

# 1.ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

## 1.1 Назначение задней подвески и требования, предъявляемые к ней.

Подвеской автомобиля называют совокупность устройств, связующих колеса с рамой (кузовом) и предназначенных для уменьшения динамических нагрузок, передающихся автомобилю вследствие неровной поверхности дороги, а также обеспечивающих передачу всех видов сил и моментов, действующих между колесом и рамой (кузовом).

Разнообразные силы взаимодействия колеса и дороги можно свести к



трём составляющим: вертикальной  $Z$ ; продольной  $X$ ; поперечной или боковой  $Y$  (Рис.1).

Передача этих сил и их моментов осуществляется через детали подвески. Подвеска, как правило, состоит из трёх функциональных элементов: упругого элемента, гасящего или демпфирующего элемента и направляющего устройства.

Упругое устройство служит для уменьшения динамических нагрузок, обусловленных главным образом действием вертикальных составляющих  $Z$ .

Рис.1 Схема сил действующих на колесо

В некоторых случаях через упругое устройство подвески могут передаваться и другие составляющие сил взаимодействия колеса и дороги.

Наличие упругого устройства подвески вызывает колебания кузова и колес автомобиля. Эти колебания должны происходить при определенных силах сопротивления. Элементы подвески, обуславливающие затухание

колебаний кузова и колес автомобиля, относятся к гасящему устройству подвески.

Передача продольной и поперечной составляющих  $X$  и  $Y$ , а также моментов этих сил происходит через направляющее устройство подвески, определяющее также характер взаимного перемещения (кинематику) кузова и колес автомобиля.

Последнее качество подвески – кинематические свойства – в настоящий момент являются важнейшими, т.к. определяют поведение автомобиля на дороге: курсовую устойчивость, недостаточную, избыточную или нейтральную поворачиваемость под действием крена, реакцию на подачу топлива или торможение в повороте, изменение кинематических перемещений колеса и кузова. Функции трёх, перечисленных выше элементов подвески могут выполнять одни и те же различные элементы, однако едва ли существует вариант, в котором бы функциональная роль одного из элементов отсутствовала.

Автомобили разных типов имеют свои особенности. Колебания легковых автомобилей отличаются от колебаний грузовых автомобилей. Для спортивных автомобилей и автомобилей с высокой максимальной скоростью тоже существуют особенности подвески, отличающие их от подвески обычных типов.

Подвеска, являясь промежуточным звеном между кузовом автомобиля и дорогой должна быть лёгкой и наряду с высокой комфортабельностью обеспечивать максимальную безопасность движения. Для этого необходимы точная кинематика колёс, лёгкость поворота управляемых колёс, а также изоляция кузова от дорожных шумов и жёсткого качения радиальных шин. Кроме того, необходимо учитывать, что подвеска передаёт на кузов силы, возникающие в контакте колеса с дорогой, поэтому она должна быть прочной и долговечной.

Сформулируем основные требования, которым должны отвечать разрабатываемая в проекте подвеска, а также поставим задачи для решения этих требований.

1) Требование по безопасности.

- Независимо от типа направляющего устройства и упругого элемента, поломка любого элемента в результате износа подвески (кроме аварии) не должна приводить к потере управления автомобилем.

- Соединение элементов должно быть надежным и не допускать рассоединения по причине ослабления моментов затяжки крепежа, деформации и т.д.

- Должна быть предусмотрена замена элементов, ресурс которых меньше ресурса автомобиля (к ним относятся шарниры рычагов, подшипники, амортизаторы и т.д.).

2) Требования по ездовым свойствам.

- Автомобиль должен обеспечивать устойчивость и управляемость, согласно требованиям РД 37.001.005-86, ОСТ 37.001.487-89, Правило

R 79 ЕЭК ООН.

- Субъективная оценка автомобиля с проектируемой подвеской по показателям устойчивости и управляемости должна быть выше, чем для базового автомобиля.

- По угловой скорости прохождения виража “переставка” (ОСТ 37.001.471-88) автомобиль с проектируемой подвеской должен превосходить показатели базового автомобиля не менее чем на 15%.

- Уровень кренов автомобиля с проектируемой подвеской не должен превышать 12°.

- По плавности хода автомобиль с проектируемой подвеской должен быть не хуже показателей базового автомобиля.

3) Требования по надежности и долговечности.

- Ресурс в общих условиях эксплуатации, при соблюдении правил эксплуатации, указанных в ТУ на автомобиль, должен составлять не менее 125000 км (подтверждается форсированными ресурсными испытаниями на 80000 км).

- По показателям надежности автомобиль должен выдерживать испытания по методике И 37.101.9206-83 «булыжник» в объеме 20000км.

#### 4) Другие требования.

- Габаритные размеры и хода элементов подвески не должны уменьшать допускаемых величин зазоров между элементами ходовой части и кузова.

- Масса проектируемой подвески не должна превышать массу базовой подвески более чем на 2 кг (масса неподрессоренных частей не должна превышать массу аналогичных частей базовой подвески).

- По шумам и вибрациям автомобиль должен соответствовать ГОСТ 12.1.012-90, а по субъективной оценке уровень шумов и вибраций не должен превышать показателей автомобиля с базовой подвеской.

Детали, соединяющие опоры подшипника колеса с кузовом (рычаги, штанги и упругие элементы), должны удовлетворять этим требованиям. Применяемые шарниры должны легко поворачиваться, быть малоподатливыми и вместе с тем обеспечивать шумоизоляцию кузова. Рычаги должны передавать силы во всех направлениях, а также тяговые и тормозные моменты и быть при этом не слишком тяжёлыми и дорогими в изготовлении. Упругие элементы при эффективном использовании материала должны быть простыми и компактными и допускать достаточный ход подвески. На легковых автомобилях детали подвески часто крепятся не к самому кузову, а к промежуточной поперечине, образующей вместе с подвеской единую сборочную единицу. Такая конструкция упрощает сборку на конвейере, регулировочные работы и последующий ремонт, а за счёт дополнительных резиновых элементов позволяет осуществлять шумоизоляцию.

## 1.2. Анализ отечественных и зарубежных конструкций аналогов задней подвески.

Конструкция подвески зависит от того, для каких колёс 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 пружинами и амортизаторными стойками, которые требуют мало места в поперечном направлении, оставляя, например, в середине место под установку двигателя. Примером могут быть: задняя подвеска на пружинных стойках автомобиля “Лянчия-дельта” с поперечными штангами одинаковой длины, закрепленными на поперечине близко к середине (рис.2).

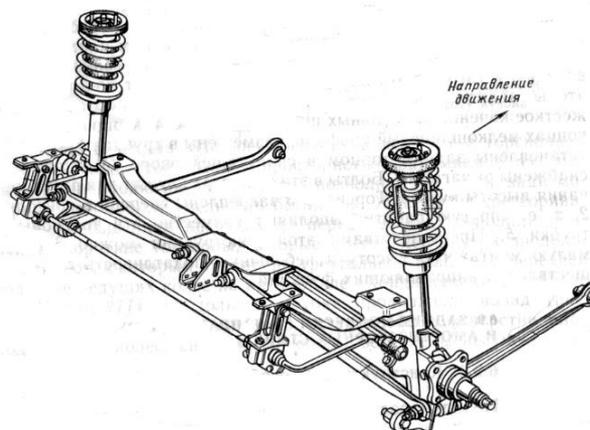


Рис.2 Независимая задняя подвеска автомобиля

Задняя подвеска на пружинных стойках автомобиля “Хонда-прелюд” с поперечными рычагами, разнесенные наружные точки которых выдвинуты далеко в пространство колеса и находятся примерно на высоте центра колеса (рис.3).

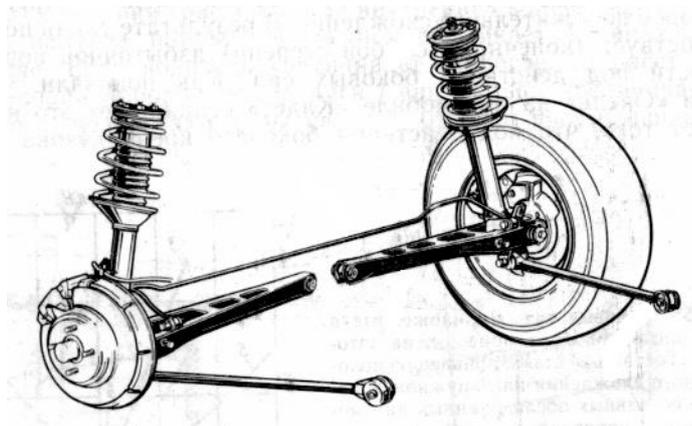


Рис.3 Задняя подвеска автомобиля  
“Хонда-прелюд”.

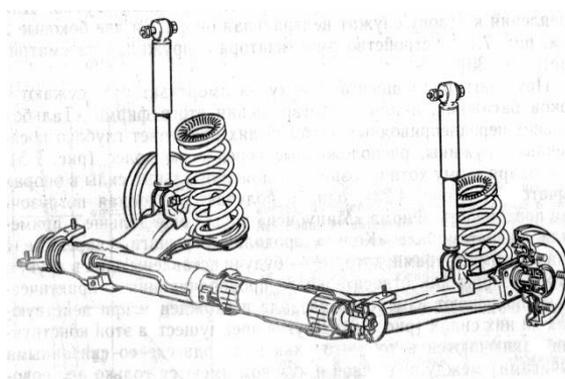


Рис.4 Задняя подвеска автомобиля  
“Мицубиси-кольт”.

Другие независимые подвески - на продольных и косых рычагах почти не занимают места по высоте и позволяют получить багажник с плоским полом. Задняя подвеска автомобиля “Мицубиси-кольт” с опущенными пружинами, расположенными по оси колес и опирающимися на кузов через резиновые кольца (рис.4) или, например, задняя подвеска на косых рычагах коробчатого типа автомобиля “Опель-сенатор”. На всех зависимых подвесках балка перемещается на полную величину хода подвески. Свободное место, которое должно быть оставлено для этого сверху, уменьшает объём 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. Если обратить внимание на то, какой тип подвески используют в производстве автомобиля ведущие фирмы мира, то выяснится, что явным преимуществом пользуется независимая подвеска с направляющими стойками на передних и задних колёсах и зависимая на косых и двойных рычагах на задних колёсах. Это распределение практически не зависит от типа привода автомобиля, за исключением полноприводных многоцелевых автомобилей.

### **1.3. Выбор рационального варианта конструкции задней подвески.**

Ходовая часть легкового автомобиля должна с запасом удовлетворять условиям движения, которые могут быть достигнуты максимально возможным использованием мощности двигателя. В условиях постоянно возрастающих ускорений, скоростей (в том числе и на поворотах) и замедлений ходовая часть должна надёжно обеспечивать безопасность движения. Эти требования легче выполнить, применяя независимые подвески, которые имеют следующие основные преимущества:

- компактность;
- возможность кинематического или эластокинематического изменения схождения колёс в направлении недостаточной поворачиваемости;
- меньшая масса;
- отсутствие взаимного влияния колёс.

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

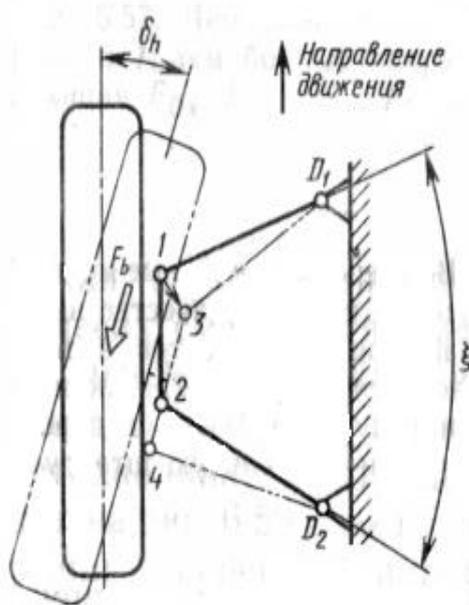


Рис. 5 Задняя подвеска автомобиля, вид сверху.

Поперечные и продольные рычаги обеспечивают желательные кинематические характеристики колёс при ходе 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 жёсткость за счёт скручивания резиновых элементов, либо трение за счёт скольжения деталей.

Колёса наклоняются вместе с кузовом, наружное колесо, которое должно воспринимать большую часть боковой силы наклоняется в сторону положительного развала, а внутренне в сторону отрицательного. В результате возможность передачи шинами боковых сил уменьшается. Чтобы этого не происходило, кинематическое изменение развала должно противодействовать указанному недостатку. Кроме того, поперечный крен кузова на повороте должен быть, как можно меньше. Этого можно достичь с помощью более жёсткой подвески, дополнительных стабилизаторов или высоко расположенных центров крена.

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

- большая масса балки при расположении в ней главной передачи;
- склонность к смещению на дороге с поперечными волнами;
- взаимосвязанное положение колёс;
- собственный поворот оси при прямолинейном движении по дороге с выбоинами (т.е. разноимённом или одностороннем ходе подвески);
- необходимость свободного пространства над осью, соответствующего ходу сжатия подвески;
- перераспределение колёсных нагрузок под действием тягового момента, особенно при установке сдвоенных шин;
- малое расстояние  $b_F$  между опорами упругих элементов на кузове, которое может быть увеличено только за счёт усложнения конструкции.

Поперечный крен кузова под действием центробежной силы  $F_{cw}$ , приложенный в центре масс автомобиля  $S$ , при зависимой подвеске увеличивается.

За счёт совершенствования деталей подвески и соответствующего исполнения упругих и демпфирующих элементов характеристики зависимых подвесок ведущих колёс удалось улучшить настолько, что, несмотря на тяжёлую главную передачу, они применяются в настоящее время на крупносерийных лимузинах и купе, достигающих скорости более 190 км\ч (Вольво-760, Мазда- RX7, Тойота-Королла и т.д.).

Из-за большой массы зависимая подвеска задних колёс на извилистой, неровной дороге (в особенности на поворотах) не достигает по уровню независимых подвесок, однако склонность к смещению может быть в определённой степени снижена установкой газонаполненных однотрубных амортизаторов. Эти амортизаторы, правда, дороже, однако позволяют без заметного снижения плавности хода повысить усилие сжатия. В результате

усилие демпфирования будет лучше противодействовать подсакиванию колёс 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 больше преимуществ, чем недостатков. Во-первых, она получается не тяжелее сопоставимых независимых подвесок, во-вторых, даёт возможность получить высокий центр крена, что является наиболее предпочтительным вариантом для переднеприводного автомобиля (пример: подвеска ВАЗ-2110). Другими основными преимуществами такого типа подвески:

- простота и экономичность изготовления и обслуживания;
- отсутствие изменения колеи, схождения и развала при ходе подвески, что обеспечивает малый износ шин и хорошую боковую устойчивость;
- постоянство развала колёс при крене кузова на повороте, т.е. стабильная передача шинами боковых сил;
- восприятие момента боковых сил поперечной штангой, 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 повернётся 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 излишней поворачиваемости при движении на поворотах. При зависимой подвеске ведущих колёс автомобиль реагирует на изменение подачи топлива,

хотя и не в такой степени, как при подвеске на косых рычагах. На переднеприводных автомобилях ведомым колёсам 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. Её конструкция является промежуточной между зависимой и независимой подвесками, такая подвеска применяется пока только на переднеприводных автомобилях.

#### **1.4. Технико-экономическое обоснование принятого варианта конструкции задней подвески.**

Поскольку новая подвеска предназначена для установки в базовый автомобиль практически без изменения кузова (что явилось бы на данном этапе причиной существенных затрат, приводящих в итоге к росту себестоимости автомобиля), было логично сохранить тип направляющего аппарата подвески: Макферсон.

“Подвеска Макферсона”, или, как сейчас она называется, подвеска на направляющих или амортизаторных стойках – является дальнейшим развитием подвесок на двойных поперечных рычагах. Основное преимущество направляющей пружинной стойки состоит в том, что все детали, выполняющие упругую работу и направляющие функции, могут быть объединены в одну монтажную единицу. Противостоящие им следующие недостатки задней подвески автомобиля ВАЗ-2170 выглядят так:

- большая масса балки при связанных рычагах;
- взаимосвязанное положение колес;
- собственный поворот оси при прямолинейном движении по дороге с выбоинами;

Наряду с подвесками со связанными рычагами направляющие пружинные и амортизаторные стойки получили распространение в задних подвесках переднеприводных автомобилей. В отличие от передних подвесок, здесь:

- отсутствует подшипник качения в верхней опоре;
- могут быть применены более длинные, почти до середины автомобиля, поперечные штанги, обуславливающие более благоприятное изменение схождения и развала, а также меньшее опускание центра крена при нагружении;
- наружные точки штанг могут быть значительно смещены в пространство колеса и за счет этого получены небольшие размеры;
- багажник может быть опущен, а при амортизаторных стойках еще и расширен;
- за счет жесткости резиновых элементов и соответствующего расстояния между точками крепления тяг к опоре подшипника колеса необходимо предотвращать нежелательный эластичный поворот колес.

За счет соответствующего взаимного положения обеих поперечных штанг можно осуществить эластокинематическое изменение схождения под действием боковых и тормозных сил. Продольные силы почти на всех задних подвесках с направляющими стойками воспринимаются специальными штангами, которые на передних концах имеют резиновые опоры с прогрессивной характеристикой упругости для изолирования кузова от жесткого качения радиальных шин.

Направляющая пружинная стойка представляет собой дальнейшее развитие подвески на двойных поперечных рычагах. Основное преимущество пружинной стойки заключается в том, что все детали, выполняющие упругую работу и направляющие функции, могут быть объединены в одну монтажную единицу. Имеются в виду следующие детали: чашка для опоры нижнего торца пружины, дополнительный упругий элемент или буфер сжатия, буфер отбоя, собственно демпфирующая часть и опора подшипника колеса. Последняя деталь может жёстко соединяться с корпусом посредством сварки или твёрдой пайки либо иметь разъёмное болтовое соединение. Можно также назвать и другие преимущества связанные с подвесками на направляющих стойках:

- меньшие усилия в точках крепления к кузову;
- большие хода подвески;
- упразднение трёх опорных точек;

Противостоящие им следующие неизбежные недостатки благодаря проведённым конструктивным мероприятиям в передних и задних подвесках уже явно не проявляются в подвесках зарубежных автомобилей-аналогов, но для ВАЗ-2170 они ещё актуальны:

- неблагоприятные кинематические характеристики;
- восприятие усилий и колебаний передней и задней частью кузова;
- затруднённая изоляция от дорожных шумов;
- меньшая возможность достаточного противодействия продольному крену при торможении;
- трение между штоком и его направляющей, ухудшающее упругое действие;
- большая чувствительность передней и задней подвески к дисбалансу и биению шин;
- иногда малый зазор между шиной и демпфирующей частью.

Последнее, однако, имеет значение только при переднем приводе, поскольку исключает установку цепей противоскольжения. При ведомых колёсах указанный недостаточный зазор не позволил бы лишь установку более широких шин.

### **1.5 Описание конструкции модернизируемой задней подвески.**

Целью данного проекта является модернизация задней подвески. Модернизация заключается в применении на а/м ВАЗ-2170 независимой подвески. Задняя подвеска независимая, телескопическая с гидравлической амортизаторной стойкой, с винтовой цилиндрической пружиной, двумя поперечными рычагами, растяжкой и стабилизатором поперечной устойчивости.

Основным элементом подвески является телескопическая гидравлическая амортизаторная стойка. На телескопической стойке установлены: витая цилиндрическая пружина, пенополиуретановый буфер хода сжатия, а также верхняя опора стойки.

Верхняя опора объединяет пружину и стойку в единую монтажную единицу и тремя болтами прикручивается к кузову. В корпусе стойки смонтированы детали телескопического гидравлического амортизатора. В верхней части цилиндра стойки установлен гидравлический буфер отдачи, состоящий из плунжера и пружины. Он увеличивает усилия сопротивления амортизатора в конце хода отдачи и ограничивает перемещение колеса при отдаче.

Нижняя часть кулака соединяется болтом с поперечными рычагами подвески и, воспринимающими боковые силы и задающие определенное схождение колес.

Тормозные силы воспринимаются продольной растяжкой, которая через резинометаллические шарниры соединяется с кузовом и кулаком.

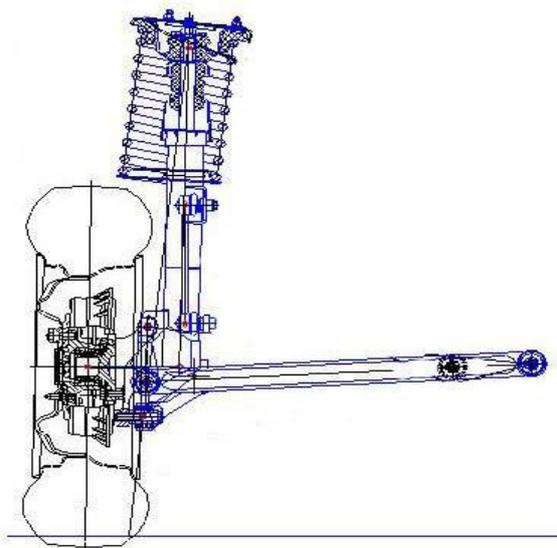


Рис.6 Проектируемая задняя подвеска автомобиля  
ВАЗ-2170, вид сзади

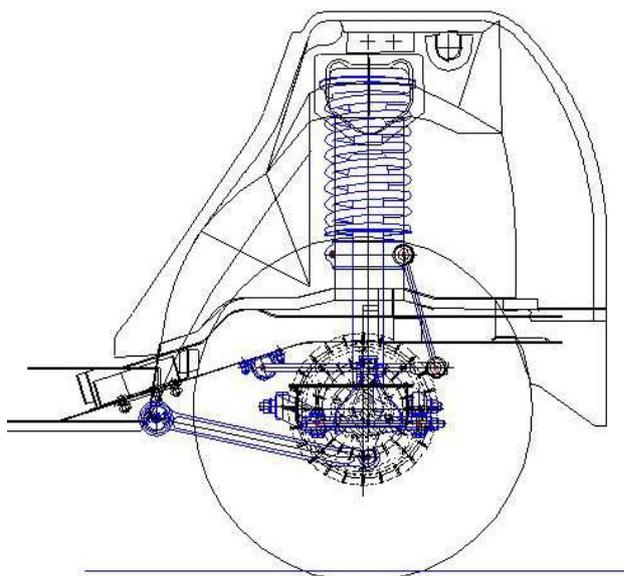


Рис.7 Проектируемая задняя подвеска автомобиля  
ВАЗ-2170, вид сбоку

Кулак с кронштейном тормозного шланга в сборе имеет отдельную конструкцию от ступицы колеса, что дает возможность применять разные конструкции подвески с унификацией ступичного узла. Все гайки крепления передних и задних ступиц колёс одинаковы и имеют правую резьбу.

Стабилизатор поперечной устойчивости представляет собой штангу, колена которой через стойки с шаровыми шарнирами соединены со стойками телескопическими. Средняя часть крепится к кузову кронштейнами через резиновые подушки.

## 2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Тягово-динамический расчет автомобиля

#### 2.1.1. Исходные данные

Число ведущих колес.....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1088$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 51,39$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 650$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 100$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,30$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> .....	$H = 2,05$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,012$
Число передач в коробке передач.....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	49
задняя ось.....	51
Плотность воздуха, кг/м <sup>3</sup> .....	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

#### 2.1.2. Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_o + G_n + G_b, \quad (2.1)$$

где  $G_o$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_b$  - вес багажа;

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (2.2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (2.3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (2.4)$$

$$G_A = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н} \quad (2.5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (2.6)$$

#### б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 175/65 R14.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2.7)$$

где  $r_k$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса;

$B = 175$  – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,65$  – отношение высоты профиля к ширине профиля;

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

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 175) \cdot 10^{-3} = 0,280 \text{ м} \quad (2.8)$$

### 2.1.3. Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.9)$$

где:  $U_K$  - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость.

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,900.

$$U_0 = (0,280 \cdot 650) / (0,900 \cdot 51,39) = 3,935 \quad (2.10)$$

### 2.1.4. Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left( G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (2.11)$$

где:  $\psi_V$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

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

$$\psi_V = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (2.12)$$

$$\psi_V = 0,010 \cdot (1 + 51,39^2 / 2000) = 0,023 \quad (2.13)$$

$$N_V = (14838 \cdot 0,023 \cdot 51,39 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,05 \cdot 51,39^3 / 2) / 0,92 = 77881 \text{ Вт} \quad (2.14)$$

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (2.15)$$

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

$$N_{MAX} = 77881 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 78282 \text{ Вт} \quad (2.16)$$

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

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[ C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.17)$$

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

Определение значений крутящего момента производится по формуле:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (2.18)$$

Таблица 2.1. Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
955	100	14,4	143,6
1350	141	21,0	148,7
1750	183	28,0	152,8
2150	225	35,1	155,7
2550	267	42,1	157,5
2950	309	48,8	158,1
3350	351	55,3	157,5
3750	393	61,2	155,8
4150	435	66,5	152,9
4550	476	70,9	148,9
4950	518	74,5	143,7
5350	560	76,9	137,3
5750	602	78,2	129,8
6207	650	77,9	119,8

$n_e$  - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (2.19)$$

### 2.1.5. 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:

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (2.20)$$

где:  $\psi_{MAX}$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма ( $\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$ ).

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,30 = 0,323$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,323 \cdot 0,280 / (158,1 \cdot 0,92 \cdot 3,935) = 2,346 \quad (2.22)$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (2.23)$$

где:  $G_{сц}$  - сцепной вес автомобиля ( $G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544$  Н,  $m_1$  - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),  $\varphi$  - коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ).

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,280 / (158,1 \cdot 0,92 \cdot 3,935) = 2,561 \quad (2.24)$$

Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 2,500$ .

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен:

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,500 / 0,900)^{1/4} = 1,291 \quad (2.25)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,500 / 1,291 = 1,936; \quad (2.26)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,936 / 1,291 = 1,500; \quad (2.27)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,500 / 1,291 = 1,162; \quad (2.28)$$

$$U_5 = 0,900.$$

### 2.1.6. Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (2.29)$$

Таблица 2.2. 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
955	2,8	3,7	4,7	6,1	7,9
1350	4,0	5,2	6,7	8,7	11,2
1750	5,2	6,7	8,7	11,2	14,5
2150	6,4	8,3	10,7	13,8	17,8
2550	7,6	9,8	12,7	16,4	21,1
2950	8,8	11,4	14,7	18,9	24,4
3350	10,0	12,9	16,6	21,5	27,7
3750	11,2	14,4	18,6	24,0	31,0
4150	12,4	16,0	20,6	26,6	34,4
4550	13,6	17,5	22,6	29,2	37,7
4950	14,8	19,0	24,6	31,7	41,0
5350	15,9	20,6	26,6	34,3	44,3
5750	17,1	22,1	28,6	36,9	47,6
6207	18,5	23,9	30,8	39,8	51,4

### 2.1.7. Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{К.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (2.30)$$

Таблица 2.3. 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
955	4641	3595	2785	2157	1671
1350	4808	3724	2885	2235	1731
1750	4939	3826	2964	2296	1778
2150	5034	3899	3020	2339	1812
2550	5090	3943	3054	2366	1832
2950	5110	3958	3066	2375	1839
3350	5091	3944	3055	2366	1833

3750	5036	3901	3021	2340	1813
4150	4943	3829	2966	2297	1779
4550	4812	3728	2887	2237	1732
4950	4644	3597	2787	2158	1672
5350	4439	3438	2663	2063	1598
5750	4196	3250	2518	1950	1511
6207	3873	3000	2324	1800	1394

### 2.1.8. Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху:

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (2.31)$$

Сила сопротивления качению:

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (2.32)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.33)$$

Полученные данные заносим в таблицу и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости.

Таблица 2.4. Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	148	148
5	10	150	160
10	40	156	196
15	89	165	255
20	159	178	337
25	248	195	443
30	358	215	573
35	487	239	726
40	636	267	903
45	805	299	1104
50	994	334	1328
55	1203	373	1576
60	1431	415	1847
65	1680	462	2142

### 2.1.9. Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.34)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.35)$$

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 и представляют графически.

Таблица 2.5. Динамический фактор на передачах

Обороты дв-ля, 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
955	0,313	0,242	0,187	0,144	0,111
1350	0,324	0,250	0,193	0,149	0,113
1750	0,332	0,257	0,198	0,151	0,114
2150	0,338	0,261	0,200	0,153	0,114
2550	0,342	0,263	0,202	0,152	0,112
2950	0,342	0,263	0,201	0,150	0,108
3350	0,340	0,261	0,198	0,147	0,103
3750	0,336	0,257	0,194	0,142	0,096
4150	0,329	0,251	0,188	0,136	0,088
4550	0,319	0,243	0,181	0,128	0,079
4950	0,307	0,233	0,172	0,118	0,068
5350	0,292	0,220	0,161	0,107	0,055
5750	0,275	0,206	0,148	0,095	0,041
6207	0,252	0,187	0,131	0,079	0,023

### 2.1.10. Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.36)$$

где:  $\delta_{BP}$  - коэффициент учета вращающихся масс,

$\Psi$  - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (2.37)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (2.38)$$

где:  $\delta_1$  - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;  $\delta_2$  - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:  $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$ .

Таблица 2.6. Коэффициент учёта вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta$	1,218	1,143	1,098	1,071	1,054

Таблица 2.7. Ускорение автомобиля на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 2ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 3ей передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 4ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 5ой передаче, м/с <sup>2</sup>
955	2,44	1,99	1,58	1,23	0,94
1350	2,53	2,06	1,64	1,27	0,96
1750	2,59	2,12	1,67	1,29	0,96
2150	2,64	2,15	1,70	1,30	0,95
2550	2,67	2,17	1,70	1,29	0,92
2950	2,67	2,17	1,70	1,27	0,88
3350	2,66	2,15	1,67	1,24	0,83
3750	2,62	2,11	1,63	1,19	0,76
4150	2,56	2,06	1,58	1,12	0,67
4550	2,49	1,99	1,50	1,04	0,57
4950	2,39	1,90	1,42	0,95	0,46
5350	2,26	1,79	1,31	0,84	0,33
5750	2,12	1,66	1,20	0,72	0,18
6207	1,93	1,49	1,04	0,56	0,00

### 2.1.11. Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 2.8. 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
955	0,41	0,50	0,63	0,81	1,07
1350	0,40	0,49	0,61	0,79	1,05
1750	0,39	0,47	0,60	0,78	1,04
2150	0,38	0,46	0,59	0,77	1,05
2550	0,37	0,46	0,59	0,77	1,08
2950	0,37	0,46	0,59	0,79	1,13
3350	0,38	0,46	0,60	0,81	1,21
3750	0,38	0,47	0,61	0,84	1,32
4150	0,39	0,49	0,63	0,89	1,48
4550	0,40	0,50	0,66	0,96	1,74
4950	0,42	0,53	0,71	1,06	2,18
5350	0,44	0,56	0,76	1,19	3,04
5750	0,47	0,60	0,84	1,40	5,44
6207	0,52	0,67	0,96	1,79	-27166,65

### 2.1.12. Время и путь разгона

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

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (2.39)$$

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:

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (2.40)$$

где  $k$  – порядковый номер интервала.

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

$$\Delta t = \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (2.41)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (2.42)$$

где  $t_1$  – время разгона от скорости  $V_0$  до скорости  $V_1$ ,  
 $t_2$  – время разгона до скорости  $V_2$ .

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице:

Таблица 2.9. Время разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм <sup>2</sup>	Время, с
0-5	190	0,9
0-10	570	2,8
0-15	971	4,9
0-20	1464	7,3
0-25	2089	10,4
0-30	2881	14,4
0-35	3897	19,5
0-40	5165	25,8
0-45	6741	33,7

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  $\Delta t_k$  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 :

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (2.1)$$

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

Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 2.10. Путь разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм <sup>2</sup>	Путь, м
0-5	47	2
0-10	332	17
0-15	834	42
0-20	1696	85
0-25	3103	155
0-30	5282	264
0-35	8583	429
0-40	13336	667
0-45	20037	1002

### 2.1.13. 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:

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.43)$$

$N_f$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

$N_B$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

$N_{II}$  - мощность, затрачиваемая на преодоление подъема ( $N_{II} = 0$ );

$N_j$  - мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля ( $N_j = 0$ ).

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

Таблица 2.11. Мощностной баланс

Скорость, м/с	Мощность на колесе, кВт
955	13,2
1350	19,3
1750	25,8
2150	32,3
2550	38,7
2950	44,9

3350	50,8
3750	56,3
4150	61,1
4550	65,3
4950	68,5
5350	70,8
5750	71,9
6150	71,8
6207	71,7

Таблица 2.12. Мощность сопротивления движению

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,8	0,8
10	0,4	1,6	2,0
15	1,3	2,5	3,8
20	3,2	3,6	6,7
25	6,2	4,9	11,1
30	10,7	6,5	17,2
35	17,0	8,4	25,4
40	25,4	10,7	36,1
45	36,2	13,4	49,7
50	49,7	16,7	66,4
55	66,2	20,5	86,7
60	85,9	24,9	110,8
65	109,2	30,0	139,2

#### 2.1.14. 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.

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.44)$$

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

$$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (2.45)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (2.46)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.47)$$

Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Таблица 2.13. Путь расход топлива на высшей передаче

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	$I$	$E$	$K_{II}$	$K_E$	$Q_s$
955	7,9	0,106	0,162	1,352	1,169	3,8
1350	11,2	0,120	0,228	1,333	1,133	4,2
1750	14,5	0,139	0,296	1,305	1,101	4,8
2150	17,8	0,164	0,364	1,270	1,073	5,4
2550	21,1	0,196	0,431	1,229	1,051	6,2
2950	24,4	0,234	0,499	1,182	1,033	7,0
3350	27,7	0,279	0,567	1,131	1,020	7,9
3750	31,0	0,333	0,634	1,076	1,013	8,8
4150	34,4	0,396	0,702	1,019	1,010	9,7
4550	37,7	0,472	0,770	0,964	1,011	10,7
4950	41,0	0,563	0,837	0,915	1,018	11,7
5350	44,3	0,672	0,905	0,882	1,030	13,0
5750	47,6	0,806	0,973	0,879	1,046	15,0

## **2.2. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ**

### **2.2.1. Выбор компоновочной схемы задней подвески.**

Вышеперечисленным анализом установлено, что в настоящее время наблюдается общая тенденция к развитию применения зарубежными фирмами в качестве задних подвесок – независимых.

Наибольшего применения, в настоящее время, нашли подвески, типа “McPherson”, в качестве задних, на переднеприводных автомобилях.

На основании вышеприведённого анализа, учитывая принятую схему компоновки для автомобиля ВАЗ-2170, предлагается тип задней подвески – независимая, типа ”Quadralink” со стабилизатором поперечной устойчивости и стойкой телескопической. Ближайшим аналогом является задняя подвеска автомобиля “Ford Mondeo”, 2001 года выпуска.

### **2.3. Кинематический расчет проектируемой независимой задней подвески автомобиля ВАЗ-2170.**

### **2.4. Расчет деталей подвески на прочность. Анализ сил, действующих на детали задней подвески.**

2.4.1. Анализ сил и расчет на прочность деталей проектируемой задней подвески рассмотрим для 2-х случаев нагружения [9]:

1. Автомобиль с полной нагрузкой в статике:

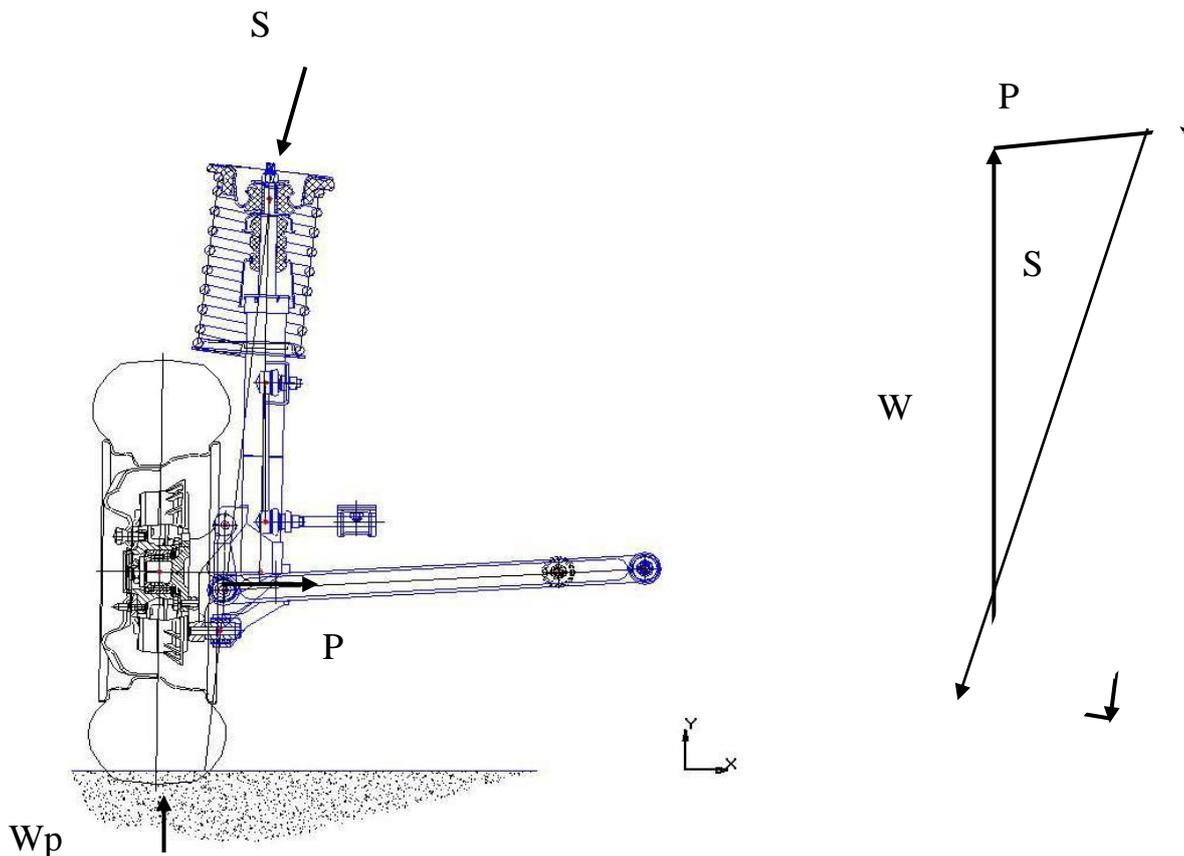


Рис.1 Схема сил, действующих на подвеску в статике

Вертикальная реакция от веса, приходящаяся на заднее колесо, за вычетом веса неподрессоренных масс, приложенная в центре пятна контакта колеса с дорогой (сила  $W$ ), уравнивается двумя силами  $P$  и  $S$  (см рис.1):

$$W=P+S \quad (2.1)$$

где:  $P$  - сила, направленная по оси, проходящей через центр шаровой опоры и шарнир нижнего рычага; она вызывает растяжение рычага и приложена в центре шаровой опоры;

где:  $S$  - сила, действующая на стойку, вдоль оси пружины, равная усилию сжатой пружины;

$$W=G_1/2-g_k=745/2-40=332,5 \text{ кгс}, \quad (2.3)$$

где:  $G_1$  - вес., приходящийся на задние колеса полностью загруженного автомобиля, равный 745 кГ,

$g_k$  - вес неподрессоренных масс, принимаем равным 40 кГ.

Из векторного уравнения:

$$W=P+S \quad (\text{см. рис.1}) \quad (2.4)$$

Построив силовой многоугольник, имеем:

$$W= 332,5 \text{ кгс,}$$

$$P = 88,9 \text{ кгс,}$$

$$S = 342,98 \text{ кгс,}$$

Сила  $S$  вызывает силы  $C$  и  $K$  в направляющей втулке стойки и поршне соответственно, а также изгибающий момент  $M_f$  на штоке. Для определения этих сил необходимо знать величины «разноса» - размеры  $l$  и  $m$

Тогда:

$$C = \frac{Q \cdot l}{m - l} = \frac{46,3 \cdot 380}{380 - 140} = 73,3 \text{ кгс} \quad (2.5)$$

где:  $m = 140$  мм;

$l = 380$  мм (определяются по кинематике).

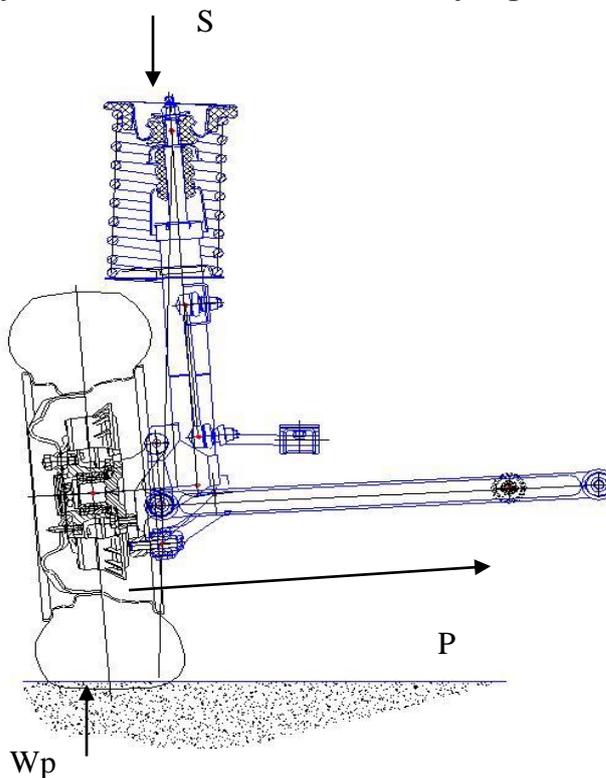
$$K = S - C = 342,98 - 73,3 = 269,7 \text{ кгс} \quad (2.6)$$

Максимальный изгибающий момент:

$$M_f = C \cdot l = 73,3 \cdot 14,0 = 10,3 \text{ кг} \cdot \text{м} \quad (2.7)$$

2. Определение усилий, действующих на детали подвески при заносе автомобиля.

Схема сил, действующих на заднюю подвеску при заносе, показана на рис.3.



### Рис.3 Схема сил при заносе

При заносе автомобиля, когда вес задка передается на одно колесо, имеем:

$$W = G_1 - g_k = 758 - 40 = 718 \text{ кг} \quad (2.8)$$

где:  $G_1$  – вес, приходящийся на заднюю ось;

$g_k$  - вес неподрессоренных масс на 1 колесо, равный 40 кг;

$$Y' = W \cdot \mu = 718 \cdot 0,7 = 493,5 \text{ кг} \quad (2.9)$$

Боковую силу  $Y$  переносим в точку  $O$  с моментом:

$$M_y = Y' \cdot r_k = 493,5 \cdot 0,257 = 126,8 \text{ кг*м} \quad (2.10)$$

$$\text{где: } r_{k3} = r_k \cdot \cos\varphi \quad (2.11)$$

$$r_k = 0,26 \text{ м}$$

$\varphi$ - угол крена автомобиля находим по формуле:

$$\varphi = \arctg\left(\frac{f_{сж} + f_{отб}}{B}\right) = \arctg 0,15 = 6,6^\circ \quad (2.12)$$

где:  $f_{сж} = 90$  мм - максимальный ход сжатия подвески;

$f_{отб} = 120$  мм - максимальный ход отбоя подвески;

$B = 1400$  мм - колея передних колес.

Усилия, действующие на элементы подвески при заносе автомобиля от бокового момента:

$$P_b = P_h = \frac{M_y}{a + b} = \frac{126,8}{0,520 + 0,022} = 234 \text{ кг} \quad (2.13)$$

где:  $a = 0,520$  м

$b = 0,022$  м

Усилия от силы  $Y$ :

$$Y_1 = Y' \frac{a}{a + b} = 493,5 \frac{0,520}{0,520 + 0,022} = 473,5 \text{ кг} \quad (2.14)$$

$$Y_2 = Y' \frac{b}{a + b} = 493,5 \frac{0,022}{0,520 + 0,022} = 20 \text{ кг}$$

Усилие, действующее на шарнир, от поперечной составляющей силы:

$$Y_1 = Y' + P_h = 493,5 + 234 = 727,5 \text{ кг} \quad (2.15)$$

где  $P_h$  - усилие, действующее на шарнир, от вертикальной составляющей силы, определяем по векторной диаграмме (см. рис.3).

Результирующая сила, действующая на шарнир, от поперечной и вертикальной составляющих, приложенных в пятне контакта, будет равна:

$$P_{рез} = Y' + P_h - P = 727,5 - 88,9 = 638,6 \text{ кг}. \quad (2.16)$$

### 2.3.2. Расчет стабилизатора поперечной устойчивости. [8] [9]

Жесткость стабилизатора определяется по формуле:

$$C_T = \frac{3EJ}{4l_T \cdot l^2 + 2l_1^3 + l_2(l_c - 2l_2)}, \quad (2.17)$$

Где:  $2f_c$ - перемещение одного конца стабилизатора относительно другого;

$$l_c = 1100 \text{ мм}$$

$$l = 180 \text{ мм}$$

$$l_1 = 220 \text{ мм}$$

$$l_T = 970 \text{ мм}$$

$$l_2 = 115 \text{ мм}$$

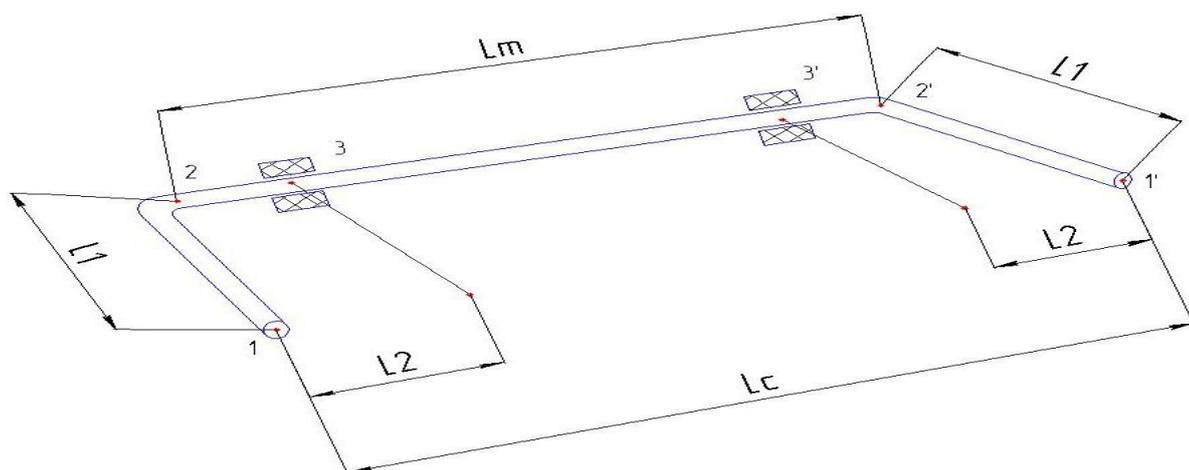


Рис.4 Стабилизатор поперечной устойчивости

$$C_T = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 0,25}{4 \cdot 97 \cdot 18^2 + 2 \cdot 22^3 + 11,5^2 (110 - 2 \cdot 11,5)} = 10,85 \text{ кг} \cdot \text{см} \quad (2.18)$$

Определим усилие  $P$ , приложенное к концам стабилизатора:

$$P = C_T \cdot 2f_c = 10,85 \cdot 10 = 108,5 \text{ кГ} \quad (2.19)$$

Наиболее нагруженной точкой стабилизатора будет т.2 (рис.4). Штанга в этом месте будет работать на кручение от момента:

$$M_{кр.} = P \cdot l = 108,5 \cdot 18 = 1953 \text{ кГ} \cdot \text{см} \quad (2.20)$$

И на изгиб от момента:

$$M_{и} = P \cdot l_2 = 108,5 \cdot 11,5 = 1247,75 \text{ кГ} \cdot \text{см} \quad (2.21)$$

Напряжение кручения определяем как:

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{1953}{0,675} = 2893,3 \text{ кГ/см}^2, \quad (2.22)$$

$$\text{где: } W_{кр} = 0,2d^3 = 0,2 \cdot 1,5^3 = 0,675 \text{ см}^3 \quad (2.23)$$

Напряжение от изгиба:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_u} = \frac{1247,75}{0,3375} = 3697 \text{ кГ/см}^2, \quad (2.24)$$

$$\text{где: } W_u = 0,1d^3 = 0,1 \cdot 1,5^3 = 0,3375 \text{ см}^3 \quad (2.25)$$

Приведенное напряжение по третьей теории прочности определяем по данной формуле:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma_u^2 + 4\tau_{кр}^2} = \sqrt{3697^2 + 4 \cdot 2893,3^2} = 6866 \text{ кГ/см}^2 \quad (2.26)$$

$$\text{Предел текучести для стали 60С2Г: } \sigma_T = 12000 \text{ кГ/см}^2; \quad (2.27)$$

$$\frac{\sigma_T}{\sigma_{пр}} = 1,75 \quad (2.28)$$

### 2.3.3. Определение параметров пружины проектируемой подвески: [8] [9]

#### Исходные данные:

Из условия установки пружины на её место в проектируемой подвеске, принимаем следующие размеры:

$D_{ср} = 135\text{мм}$  – средний диаметр витков

$H_1 = 265\text{мм}$  – длина пружины под нагрузкой

$n = 8$  – рабочее количество витков

$n_1 = 9,5$  – полное количество витков

Определим требуемую жесткость пружины  $C_{пр}$

$$C_{пр} = \omega^2 * m$$

Где:  $m = 332,5$  кгс - вес приходящийся на одно колесо.

$$\omega = \pi * n / 30$$

$n = 60 \dots 90$  об/мин , принимает  $n = 70$

$$\omega = 3,14 * 70 / 30 = 7,33 \text{ с}^{-1}$$

$$C_{пр} = 7,33^2 * 332,5 = 17,85 \text{ кгс/см}$$

1.) Определяем статический прогиб пружины:

$$f_{ст} = \frac{P_1}{C_{пр}} = 330 / 17,85 = 18,5 \text{ см} \quad (2.29)$$

2.) Определяем диаметр проволоки пружины (прутка):

$$d_{np} = \sqrt{\frac{8 * n * D_{CP}^3 * P_1}{781000 * f_{CT}}} = 13,4 \text{ мм} \quad (2.30)$$

3.) Определяем полное число витков:

$$n_1 = n + 1,5 = 9,5 \text{ витков}$$

4.) Длина пружины, сжатой до соприкосновения витков:

$$H_3 = (n_1 + 1) * d_{np} + 0,25 * n_1 + 0,05 * d_{np} = 135 \text{ мм} \quad (2.31)$$

5.) Динамический прогиб подвески:

$$H_2 = H_1 - f_{дин} = 265 - 90 = 175 \text{ мм} \quad (2.32)$$

6.) Длина пружины в свободном состоянии:

$$H_0 = H_1 + f_{CT} = 265 + 185 = 450 \text{ мм} \quad (2.33)$$

7.) Коэффициент формы пружины:

$$K = 1 + 1,5 d_{np} / D_{cp} = 1 + 0,164 = 1,164 \quad (2.34)$$

8.) Касательное напряжение в пружине под нагрузкой  $P_i$ :

$$\tau_i = k * 8 * D_{cp} * P_i / \pi * d_{np}^3 = 8 * 1,164 * 135 / 3,14 * 13,4^3 = 0,1664 P_i \quad (2.35)$$

9.) Касательное напряжение при нагрузке  $P_1$ :

$$\tau_{P_1} = 0,1664 * 330 = 54,9 \text{ кГ} / \text{мм}^2 \quad (2.36)$$

10.) Касательное напряжение при нагрузке  $P_2$ :

$$\tau_{P_2} = 0,1664 * C_{np} (H_0 - H_2) = 0,1664 * 20 (45,0 - 17,5) = 91,5 \text{ кГ} / \text{мм}^2 \quad (2.37)$$

11.) Касательное напряжение, при нагрузке сжатия пружины до соприкосновения витков:

$$\tau_3 = 0,1664 * C_{np} (H_0 - H_3) = 0,1664 * 20 (45,0 - 13,5) = 104,8 \text{ кГ} / \text{мм}^2$$

$$\tau_3 \leq 120 \text{ кГ} / \text{мм}^2 \quad (2.38)$$

Все условия прочности пружины выполняются.

### 2.3.4. Прочностной расчёт нижнего рычага подвески

Рассчитаем нижний рычаг подвески на изгиб.

Рис. 2.3. Опасное сечение нижнего рычага

Исходные данные для расчёта:

$$\begin{aligned}r_B &:= 13 \cdot \text{мм}, & r_H &:= 15 \cdot \text{мм}, \\h &:= 66 \cdot \text{мм}, & b &:= 21.5 \cdot \text{мм}, \\s &:= 3 \cdot \text{мм}, & t &:= s, & a &:= 9 \cdot \text{мм}.\end{aligned}$$

Найдём моменты инерции частей сечения:

$$J_1 := \frac{\pi \cdot r_H^4}{8} - \frac{\pi \cdot r_B^4}{8} + \int_{-r_H}^{-r_B} z^2 \cdot a \, dz + \int_{r_B}^{r_H} z^2 \cdot a \, dz,$$

$$J_1 = 1.573 \times 10^4 \text{ мм}^4, \quad J_3 := J_1.$$

$$J_2 := 2 \cdot \int_{-b}^b z^2 \cdot t \, dz + \int_{-b}^{-(b-s)} z^2 \cdot (h - 2 \cdot t) \, dz, \quad J_2 = 1.119 \times 10^5 \text{ мм}^4.$$

Момент сопротивления, где  $z_{\max} := b$ :

$$W := \frac{J_1 + J_2 + J_3}{z_{\max}}, \quad W = 6.668 \times 10^3 \text{ мм}^3.$$

Максимальный изгибающий момент, при максимальной нагрузке

( $l := 428 \cdot \text{мм}$ ,  $a := 331 \cdot \text{мм}$ ,  $b := l - a$ ):

$$M_{\text{изг}} := \frac{P_{k0} \cdot a \cdot b}{l}, \quad M_{\text{изг}} = 416.823 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Напряжение в опасном сечении:  $\sigma := \frac{M_{\text{изг}}}{W}$ ,  $\sigma = 62.515 \text{ МПа}$ .

$$[\sigma] = 125 \text{ МПа}$$

$$\sigma < [\sigma]$$

Все условия прочности нижнего рычага выполняются.

## **3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **3.1. Анализ технологичности конструкции задней подвески**

#### **3.1.1. 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 отличаются.

В связи с этим, технология сборки проектируемой подвески автомобиля ВАЗ-2170 усложняется и увеличивается время на сборку в сравнении с базовым вариантом-подвеской автомобиля ВАЗ-2170.

#### **3.1.2. Общие требования к технологичности конструкции подвески**

а) Возможность узловой сборки.

Сборка задней независимой 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) Контролепригодность.

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.

### **3.2. 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.

### **3.2.1. 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 3.1.

Таблица 3.1.

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
1. Узловая сборка ступицы заднего колеса		
1	Проверить наличие и соответствие сертификата или талона качества на таре с деталями.	0,05
2	Взять из контейнера ступицу заднего левого колеса	0,08
3	Осмотреть ступицу заднего левого колеса	0,14
4	Установить ступицу левого заднего колеса	0,20
5	Взять из контейнера и установить на ложементы стола стабилизатор поперечной устойчивости в сборе	0,08
6	Взять из контейнера и установить растяжку задней подвески с наконечниками в сборе	0,07
7	Взять из контейнера нижний рычаг с сайлентблоками в сборе	0,09
8	Установить на нижние рычаги технологические приспособления	0,91
9	Установить нижние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля	0,05

10	Вставить верхние концы приспособлений в отверстия в лонжеронах задних	0,40
11	Зафиксировать рычаги	0,07
12	Закрепить гайки крепления нижних рычагов задней подвески к кузову, придерживая головки болтов от проворота	0,65
13	Взять из контейнера верхний рычаг с сайлентблоками в сборе	0,93
14	Осмотреть верхний рычаг с сайлентблоками в сборе со всех сторон	0,46
15	Установить верхние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля	0,65
16	Зафиксировать рычаги	0,12
17	Закрепить гайки крепления верхних рычагов задней подвески к кузову, придерживая головки болтов от проворота	0,08
18	Проверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты	0,05
	Итого:	5,08
<b>2. Общая сборка задней подвески</b>		
1	Проверить наличие и соответствие сертификата или талона качества на таре с деталями	0,05

2	Войти под автомобиль	0,07
3	Осмотреть ступицу левого заднего колеса в сборе	0,28
4	Смазать все посадочные поверхности смазкой Литол	0,40
5	Установить на ступицу левого заднего колеса в сборе технологическое поддерживающее приспособление	0,07
6	Установить ступицу левого заднего колеса в сборе.	0,65
7	Зафиксировать ступицу левого заднего колеса в сборе	0,93
8	Снять технологическое приспособление со ступицы левого заднего колеса в сборе	0,46
9	Проверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты	0,65
	Итого:	3,56
	Всего $\Sigma t_{оп}$	8,64

### 3.2.2. Определение трудоемкости сборки задней подвески

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

$$t^{ОБЩ}_{оп} = \Sigma t_{оп} = 5,08 + 3,56 = 8,64 \text{ мин}$$

Суммарная трудоемкость сборки задней независимой подвески:

$$t^{ОБЩ}_{шт} = t^{ОБЩ}_{оп} + t^{ОБЩ}_{оп} \cdot (\alpha + \beta) / 100 = 8,64 + 8,64 \cdot (2 + 4) / 100 = 9,16 \text{ мин},$$

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

$\beta$  – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах. Принимаем  $\beta = 4\%$ .

### 3.3. 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:

$$T_B = \frac{F_d \cdot 60m}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{100000} = 2,41 \text{ мин}, \quad (3.3)$$

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

$m$  – количество рабочих смен в сутки;

$N$  – годовой объем выпуска автомобилей.

### 3.4. 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 передачей собираемого объекта от одной позиции к другой посредством механических транспортирующих устройств.

### 3.5. Составление маршрутной технологии

Технологический маршрут процесса сборки задней подвески оформляем в виде таблицы 3.2.

№ операции	Операция.	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент.	Время Тшт, мин.
1	2	3	4	5
005	Узловая сборка ступицы заднего колеса	<p>Проверить наличие и соответствие сертификата или талона качества на таре с деталями.</p> <p>Взять из контейнера ступицу заднего левого колеса</p> <p>Осмотреть ступицу заднего левого колеса</p> <p>Установить ступицу левого заднего колеса</p> <p>Взять из контейнера и установить на ложементы стола стабилизатор поперечной устойчивости в сборе</p> <p>Взять из контейнера и установить растяжку задней подвески с наконечниками в сборе</p>	<p>Подставка</p> <p>Емкость</p> <p>Кисть</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключ, S=13</p> <p>Устройство для настройки гайковерта</p> <p>Технологическое поддерживающее приспособление</p>	2,21
010		<p>Взять из контейнера нижний рычаг с сайлентблоками в сборе</p> <p>Установить на нижние рычаги технологические приспособления</p> <p>Установить нижние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля</p> <p>Вставить верхние концы приспособлений в отверстия в лонжеронах задних</p> <p>Зафиксировать рычаги</p> <p>Закрепить гайки крепления нижних рычагов задней подвески к кузову, придерживая головки болтов от проворота</p>		2,35
015		<p>Взять из контейнера верхний рычаг с сайлентблоками в сборе</p> <p>Осмотреть верхний рычаг с сайлентблоками в сборе со всех сторон</p>		

		<p>Установить верхние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля</p> <p>Зафиксировать рычаги</p> <p>Закрепить гайки крепления верхних рычагов задней подвески к кузову, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Проверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты</p>		2,40
020	Общая сборка задней подвески	<p>Проверить наличие и соответствие сертификата или талона качества на таре с деталями</p> <p>Войти под автомобиль</p> <p>Осмотреть ступицу левого заднего колеса в сборе</p> <p>Смазать все посадочные поверхности смазкой Литол</p> <p>Установить на ступицу левого заднего колеса в сборе технологическое поддерживающее приспособление</p> <p>Установить ступицу левого заднего колеса в сборе.</p> <p>Зафиксировать ступицу левого заднего колеса в сборе</p> <p>Снять технологическое приспособление со ступицы левого заднего колеса в сборе</p> <p>Проверить качество выполненной операции, устранить</p>	<p>Грузонесущий подвесной конвейер.</p> <p>Стол рабочий</p> <p>Ключ, S=17</p> <p>Грузонесущий подвесной конвейер</p> <p>Приспособление для фиксации задней подвески левое</p> <p>Приспособление для фиксации задней подвески правое</p> <p>Стол рабочий</p> <p>Электрический ротационный гайковерт</p> <p>TENSOR модели</p>	2,39

		обнаруженные дефекты	ETV S7-70-13CTADS Блок управления электрогайковерт ом Ключ, S=19 Ключ накидной, S=19x20	
--	--	----------------------	--	--

## **4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА.**

## **4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА.**

### **4.1. Конструктивно-технологическая характеристика объекта**

В автомобилестроении конструкция подвески определяет важнейшие эксплуатационные качества автомобиля, такие как плавность хода, устойчивость и управляемость, поэтому на автомобильных предприятиях уделяется большое внимание вопросам совершенствования узлов и механизмов подвески. Высокие требования к плавности хода как к одному из важнейших свойств, определяющего безопасность и комфорт пассажиров, а также сохранность перевозимых грузов, заставляют конструкторов искать новые пути совершенствования систем виброизоляции транспортных средств.

Автомобилестроение - одна из наиболее наукоемких технических областей деятельности. В настоящее время при разработке автомобильных узлов применяются самые современные открытия, материалы и технологии.

В базовой конструкции автомобиля применяется зависимая задняя подвеска. У зависимой задней подвески есть ряд серьезных недостатков: большая масса, склонность к смещению на дороге с поперечными волнами, взаимосвязанное положение колес, собственный поворот оси при прямолинейном движении по дороге с выбоинами, необходимость свободного пространства над осью, соответствующего ходу сжатия подвески, малое расстояние между опорами упругих элементов, которое может быть увеличено только за счет усложнения конструкции, поперечный крен кузова под

действием центробежной силы приложенный в центре масс автомобиля, при зависимой подвеске увеличивается.

## **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:

- 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);
- требования к элементам управления ТС (Правила № 35 и 79);
- требования к шинам и колесам (Правила № 30, 54, 64, 108 и 109);
- требования к сцепным устройствам (Правила № 55 и 102). Данные по указанным нормативным предписаниям приведены в приложении 2.

Нормативы, регламентирующие требования к управляемости и устойчивости транспортных средств

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 измерителей 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).

Для автоцистерн действуют Правила № 111 ЕЭК ООН, которые регламентируют основные требования к автоцистернам, касающиеся их устойчивости к опрокидыванию.

**В ОСТ 37.001.487 — 89 «Управляемость и устойчивость ТС. Общие технические требования»** установлены требования к следующим характеристикам автомобиля:

- легкость рулевого управления;
- возврат повернутого рулевого колеса в нейтральное положение после его освобождения;
- реакция автомобиля на поворот рулевого колеса;
- поперечная устойчивость на стенде;
- 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.

Целью настоящего проекта стала модернизация задней подвески автомобиля ВАЗ-2170, а именно, разработка независимой подвески, позволяющей решить ряд задач, важнейших на данный момент для потребителя: улучшение показателей устойчивости, управляемости, повышение комфорта и полезной нагрузки.

Независимая подвеска имеет следующие основные преимущества по сравнению с зависимой подвеской: компактность, возможность кинематического или эластокинематического изменения схождения колес в направлении недостаточной поворачиваемости, небольшая масса, отсутствие взаимного влияния колес. Два последних преимущества важны для хорошего сцепления с дорогой, особенно на поворотах с волнистым дорожным покрытием.

Проектируемая задняя независимая подвеска обеспечивает равномерность и плавность хода автомобиля, предотвращает передачу ударных усилий (при движении по неровностям) непосредственно на кузов, необходимую кинематику колёс (развал, схождение) и постоянство их во времени. Также это обеспечивает автомобилю лучшую плавность хода и безопасность движения.

Установка на автомобиль задней независимой подвески в целом повышает боковую жесткость задней подвески автомобиля противодействующая опрокидыванию автомобиля на повороте, а значит и повышает устойчивость автомобиля, безопасность движения автомобиля и его управляемость. По результатам проведенного анализа можно говорить о том, что данная модернизация улучшает ходовые качества автомобиля в целом, т.е. соответствует требованиям ОСТ 37.001.487. А после внедрения модернизированной подвески в производство и в дальнейшем проходя испытания по методикам ОСТ 37.001.471, все результаты показателей задней подвески автомобиля будут в пределах требуемых норм.

Для определения показателей плавности хода существуют методы исследований ОСТ 37.001.275-84. Показатели плавности хода определяются на основе анализа виброускорений, действующих на водителя и характерных точек поддрессоренной части автомобиля. Измерение вертикальных и горизонтальных виброускорений в месте посадки водителя проводится с использованием промежуточной плиты. Для оценки вибрация, испытываемых водителем используется скорректированные значения вертикальных и горизонтальных виброускорений. Для испытательных участков дорог, ровность которых контролируется соответствующими государственными органами и нормативно-технической документацией, в качестве показателя вибрационных условий труда водителя должны использоваться значения предельно допустимой скорости движения автомобиля, при которой скорректированные

значения виброускорений достигают нормативных величин. Величина скорости определяется методом линейной интерполяции или экстраполяции графиков скорректированных виброускорений в функции скорости движения автомобиля.

Для проведения измерений применяется измерительная аппаратура, включающая комплект датчиков для измерения виброускорений с электрическими преобразователями, а также комплекс электронной преобразовательной и регистрирующей аппаратуры, обеспечивающей автоматическую обработку результатов измерений с получением на выходе определяемых средних квадратических и скорректированных виброускорений. Применяемая виброизмерительная аппаратура должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.012-83. Суммарная расчетная погрешность измерения аппаратуры не должна превышать  $\pm 10\%$ . Тракт измерительной и регистрирующей аппаратуры должен иметь ширину полосы пропускания по уровню минус 3 дБ от 0,7 до 90 Гц (не менее) при неравномерности в полосе частот 1-63 Гц не более  $\pm 1$  дБ. При измерении средних квадратических значений виброускорений или дисперсий виброускорений квадратичный детектор анализатора должен иметь динамический диапазон по выходу не менее 26 дБ. Измерительная аппаратура для непосредственного замера должна обеспечивать получение скорректированных значений виброускорений и средних квадратических значений виброускорений в полосе частот 0,7- 2,4 Гц.

Испытания должны проводиться на участках дорог Автополигона НАМИ, номенклатура в основные характеристики которых приведены в табл.1.

Таблица 1

Номер участка дороги	Вид дороги	Длина участка, м	Диапазон длин волн ,м	Средние квадратические высоты неровностей, м
I	Цементобетонная динамометрическая дорога	1000	0,4-40	$0,6 \cdot 10^{-2}$

II	Булыжная мощенная дорога без выбоин	1000	0,25-25	$1,1 \cdot 10^{-2}$
III	Булыжник с выбоинами (специальный участок)	500	0,12-12	$2,9 \cdot 10^{-2}$

Характеристика проектной задней независимой подвески автомобиля обеспечивает высокую плавность хода, по сравнению со стандартной зависимой подвеской. Также при испытаниях на плавность хода в соответствии с методикой по ОСТ 37.001.275-84, длины волн колебаний передающихся от дороги через подвеску автомобиля на кузов автомобиля находятся в пределах нормативных диапазонов требуемых стандартом, приведенные в таблице 1.

По результатам проведенного анализа можно говорить о том, что данная модернизация улучшает плавность хода автомобиля в целом, т.е. соответствует требованиям ОСТ 37.001.275-84 «Автотранспортные средства. Методы испытаний на плавность хода» и ОСТ 37.001.291-84 «Автотранспортные средства. Технические нормы плавности хода».

## 4.2 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций

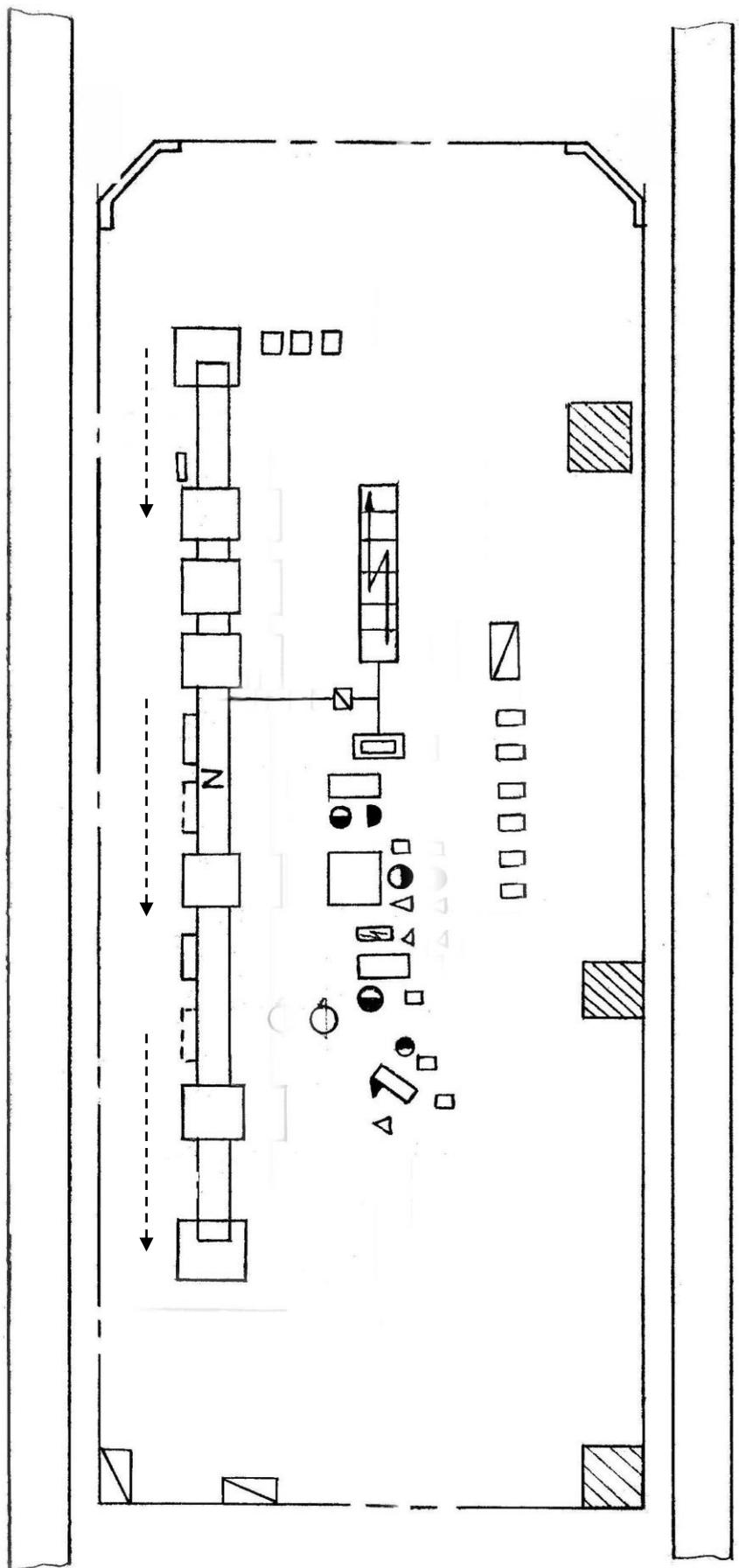
Создание здоровых и безопасных условий труда для высокопроизводительной работы на участке сборки задней подвески требует решения задач по обеспечению безопасности людей на производстве и снижение антропогенного воздействия процесса сборки на окружающую среду. Для решения этих задач в первую очередь рассмотрим схему участка сборки задней подвески, оборудование находящееся на этом участке, а также содержание операций выполняемых на данном оборудовании.

Таблица 4.1

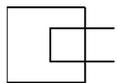
Перечень оборудования, применяемого на участке сборки задней подвески

№	Наименование оборудования	Количество единиц, шт.
1.	Стол для сборки	5
2.	Контейнер	10
3.	Стеллаж для деталей	12
6.	Приспособление-спутник	32
7.	Пневмогайковерт	6
9.	Автоматический гайковерт	2
10.	Автомат для смазки и установки шайб	1
11.	Пресс	1
12.	Стенд для регулировки	1
13.	Стенд испытательный	1
14.	Устройство для смазки	1
15.	Двухшпindelный гайковерт с ориентировкой положения тяг	1
16.	Стенд контрольный	1
17.	Приспособление для маркировки готовых изделий	1
18.	Горизонтально замкнутый непрерывный конвейер	1
19.	Электрический шкаф	2

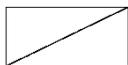
схема участка



## Условные обозначения



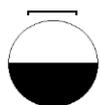
- горизонтально-замкнутый конвейер;



- стеллаж;



- Рабочий стол сборщика;



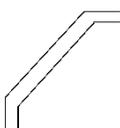
- контейнер для деталей;



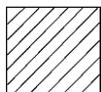
- рабочее место;



- подвод сжатого воздуха;



- местное освещение;



- бампер;

- колонны;



- границы участка.

### 4.3 Опасные и вредные производственные факторы

Предприятия автомобильного транспорта по своей структуре, месторасположению и наличию производственных циклов является антропогенным источником для любого населенного пункта. Особенность предприятий автомобильного транспорта с точки зрения охраны труда заключается в том, что на ограниченной территории находится большое количество производственных циклов, где выполняются сборочные, ремонтные, моечные, испытательные и др. работы. Все эти работы сопряжены с опасными и вредными производственными факторами, воздействующими на человека в процессе труда.

*Опасный производственный фактор* – фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному, резкому ухудшению его здоровья (ГОСТ 12.0.003-74).

К опасным производственным факторам относятся, например:

- 1) движущиеся машины и механизмы;
- 2) передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- 3) разрушающиеся конструкции;
- 4) острые кромки, заусенцы;
- 5) шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;
- 6) повышенное напряжение в электрических цепях и др.

*Вредный производственный фактор* – фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности (ГОСТ 12.0.003 –74). К вредным производственным факторам относятся:

- 1) повышенная запыленность и загазованность воздуха, химические вещества в рабочей зоне;
- 2) повышенная или пониженная температура;

- 3) относительная влажность;
- 4) подвижность;
- 5) повышенный уровень шума, вибраций на рабочем месте;
- 6) отсутствие или недостаток естественного света;
- 7) недостаточная освещенность рабочего места системами искусственного освещения.

При определенных видах профессиональной деятельности на работающих могут воздействовать вредные вещества. *Вредными* являются вещества, которые могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

Большинство промышленных вредных веществ обладает общетоксическим действием. К их числу можно отнести ароматические углеводороды и нитропроизводные.

Канцерогенные вещества, попадая в организм человека, вызывают развитие злокачественных опухолей. Канцерогенными свойствами обладают продукты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности (мазут, битум, масла и др.).

На участке сборки могут быть следующие опасные химические вещества: выхлопы погрузчиков (СО и др.), испарения смазывающих жидкостей, сами смазывающие жидкости, производственная пыль, металлическая пыль.

При наличии в рабочем помещении газоразрядных источников света люди подвергаются воздействию ультрафиолетового излучения. При длительном воздействии это может привести к серьезным поражениям глаз и кожи, которое проявляется в покраснении роговицы и помутнении хрусталика.

Многочисленными исследованиями установлено, что шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на все органы и системы организма человека. Интенсивный шум при ежедневном воздействии приводит к возникновению профессионального заболевания - тугоухости, основным симптомом которого является постепенная потеря слуха.

Кроме непосредственного воздействия на орган слуха шум влияет на различные отделы головного мозга, изменяя нормальные процессы высшей нервной деятельности.

Под влиянием шума наступают изменения в органе зрения человека (снижается устойчивость ясного видения и острота зрения, изменяется

чувствительность к различным цветам) и вестибулярном аппарате, нарушаются функции желудочно-кишечного тракта, повышается внутричерепное давление, происходят нарушения в обменных процессах организма. Шум, особенно прерывистый, ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации.

При подробном изучении технологии процесса сборки выявляются следующие факторы, опасные и вредные для здоровья:

Таблица 4.2

Опасные и вредные производственные факторы	Оборудование	Влияние
<p>Подвижные части производственного оборудования</p> <p>Возможность поражения электрическим током</p> <p>Передвигающиеся изделия</p> <p>Загазованность воздуха</p> <p>Повышенные уровни шума, вибрации</p> <p>Движущиеся машины и механизмы</p>	<p>Устройства для смазки; гайковерт.</p> <p>Электропроводка, электрический шкаф, стенд испытательный.</p> <p>Стеллаж для деталей, падение деталей с подвесного конвейера при неправильной установке.</p> <p>Выхлопными газами от погрузчиков.</p> <p>Возникают при работе различных конвейеров, пневмогайковертов, прессов.</p> <p>От движущихся частей конвейера, при выходе из строя автоматического оборудования, при разрыве трубопроводов, повреждение пневмоинструментов, находящихся под давлением воздуха, при несоблюдении техники безопасности на рабочих местах и т.д.</p>	<p>Травмирование током</p> <p>Возможность развития профзаболеваний</p> <p>Отравления, болезни кожного покрова</p> <p>Механические повреждения частей тела</p>
<p>Отсутствие или недостаток естественного света</p> <p>Недостаточная освещенность рабочей зоны</p> <p>Нервно-психические перегрузки (монотонность труда)</p> <p>Повышенная или пониженная температура в помещении</p>	<p>Неправильное освещение</p> <p>Недостаточная вентиляция или система отопления</p>	<p>Повышенная утомляемость при неправильной организации рабочего места; возможность развития профзаболеваний</p>

#### 4.4 Мероприятия по созданию безопасных условий труда

Хороший эффект уменьшения содержания вредных веществ в воздухе рабочих зон достигается при размещении оборудования в специальных кабинах с устройством соответствующей вентиляции. Обеспечение чистоты воздуха, подаваемого приточной вентиляцией достигается рациональным размещением

дренажных устройств, хорошей очисткой выбросов. При недостаточной эффективности средств коллективной защиты применяют средства индивидуальной защиты (специальные средства защиты органов дыхания, лица, органов слуха).

Под оптимальными микроклиматическими условиями понимают такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизма терморегуляции. Таким образом, необходимо обеспечить нормальные микроклимат помещения (совокупность температуры, влажность воздуха и скорость его движения) путем правильного проектирования системы вентиляции и отопления.

#### Контроль и аттестация оборудования органами Ростехнадзора.

Для исключения травмирования от передвигающихся изделий с высоты необходимо применять механические фиксаторы и замки.

Для снижения травматизма от движущихся машин и механизмов необходимо применять оградительные устройства и специальные знаки.

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.

Снижение вибрации машин заключается в уменьшении динамических процессов, вызываемых ударами, резкими ускорениями. Устранение дисбаланса вращающихся масс достигается тщательной балансировкой. Средства индивидуальной виброзащиты по месту контакта оператора с вибрирующим объектом подразделяются на СИЗ для рук, ног и тела оператора. В качестве СИЗ для рук оператора применяются рукавицы и перчатки, вкладыши и прокладки. Виброзащитная спец обувь изготавливается в виде сапог, полу сапог,

полуботинок. Защита от вибрации обеспечивается специальной конструкцией низа обуви с использованием упругодемпфирующего материала.

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и техническое обучение. При приёме на работу в обязательном порядке должен быть проведен первичный инструктаж. Повторный инструктаж по технике безопасности проводится через три месяца после первичного.

#### **4.5 Обеспечение электробезопасности**

Электробезопасность на производстве обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок; применением технических способов и средств защиты, организационными и техническими мероприятиями (ГОСТ 12.1.009 - 79). Класс безопасности № 2 – помещения с повышенной опасностью.

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током, используемыми отдельно или в сочетании друг с другом, являются:

- защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением;
- защитное зануление – преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением;
- защитное отключение – быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током;
- применение малого напряжения – это номинальное напряжение не более 42 В;
- электрическое разделение сети – это разделение электрической сети на отдельные, электрически не связанные между собой участки с помощью специальных разделяющих трансформаторов;
- двойная изоляция – это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции;
- оградительные устройства;
- предупредительная сигнализация;
- блокировка;
- знаки безопасности.

Конструкция электроустановок должна соответствовать условиям их эксплуатации и обеспечивать защиту персонала от соприкосновения с

токоведущими и движущимися частями, а оборудования — от попадания внутрь посторонних твердых тел и воды. Наиболее распространенными техническими средствами защиты является защитное заземление.

Обеспечение электробезопасности на данном участке достигается при помощи электрического разделения сети, защитного отключения установок, защитного заземления. Электрический шкаф снабжен знаками безопасности.

#### **4.6 Требования к производственным помещениям**

В соответствии с ГОСТ 12.4.009-83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание» помещение относится к классу Д. В помещениях, где производится сборка, используют огнетушители, пожарное оборудование, пожарный ручной инструмент. Для указания местонахождения пожарной техники и огнетушащих средств должны применяться указательные знаки. Знаки необходимо размещать на видных местах на высоте 2-2,5 м.

Для ликвидации начинающихся очагов пожара силами персонала помещения должны быть обеспечены по действующим нормам первичными средствами пожаротушения, пожарным ручным инструментом и пожарным инвентарем. Для тушения электроустановок под напряжением до 10 кВ необходимо применять углекислотные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) или углекислотно-бромэтиловые огнетушители (ОУБ-3, ОУБ-7), так как струя не электропроводна.

Для безопасной эвакуации обслуживающего персонала из помещения расстояние от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода принимают равным 50 м для одноэтажных зданий и 40 м – для двух- и более этажных зданий.

#### **Инженерные решения по охране труда.**

#### **4.7 Расчет искусственного освещения**

1. Выбор типа источника света.

Газоразрядные лампы ДРЛ 250

## 2. Выбор системы освещения.

Общее

## 3. Выбор типа светильника.

«Глубокоизлучатель»

$k=l/h=1.4$  – отношение расстояния между центрами светильников к высоте их подвеса над рабочей поверхностью.

## 4. Определение норм освещенности на рабочем месте.

Т.к. при сборочном процессе необходимо наблюдение за ходом процесса при постоянном пребывании людей, то минимальная нормируемая освещенность  $E=200$  лк.

## 5. Расчет количества светильников

$$N = (E \cdot S \cdot k \cdot z) / (\Phi \cdot n)$$

где  $\Phi$  - световой поток одной лампы, лм;

$S$  - площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$E$  - минимальная нормируемая освещенность, лк;

$k$  - коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников;

$z$  - отношение средней освещенности к минимальной;

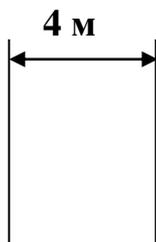
$N$  - число светильников;

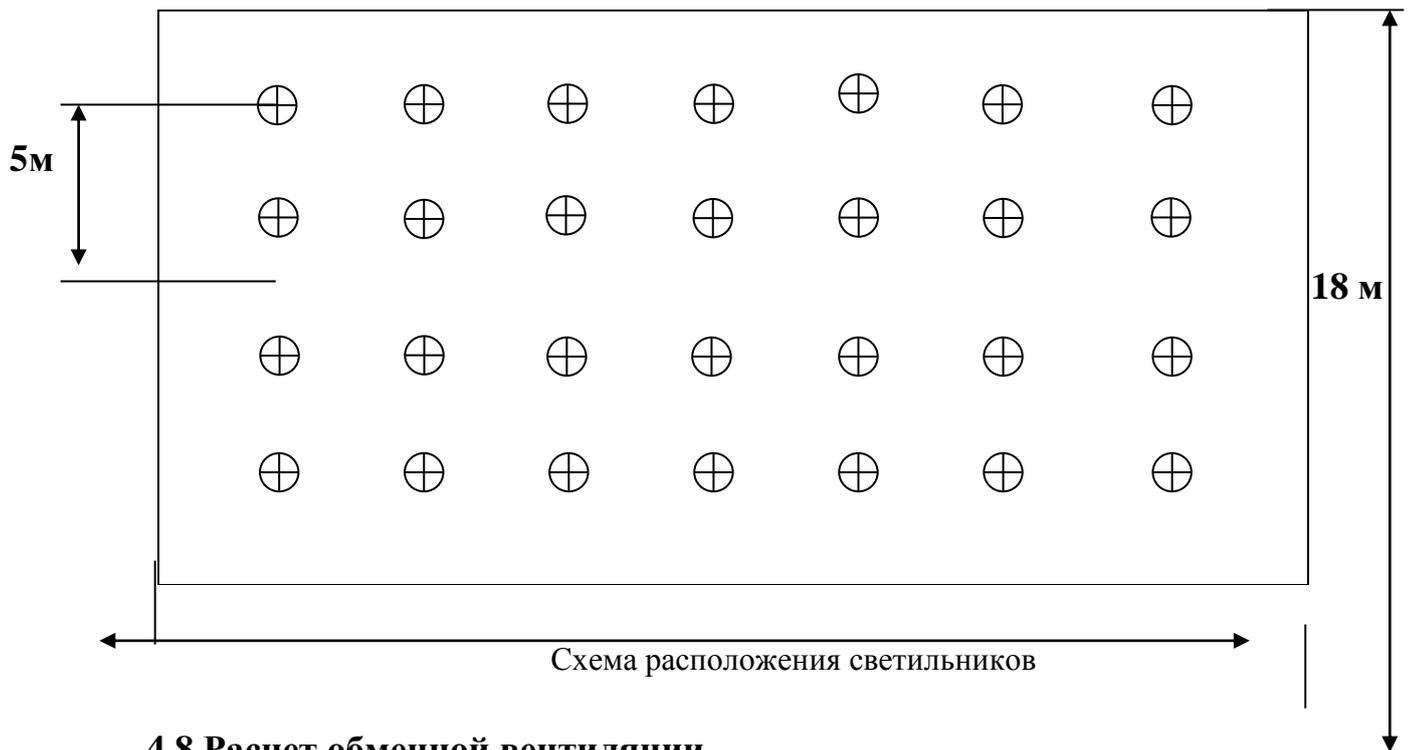
$n$  - коэффициент использования светового потока.

По таблицам 10-18 учебного пособия «Обеспечение безопасных условий труда на производстве» определяем показатели.

$$E=200 \text{ лк}; \Phi=12500 \text{ лм}; S=494 \text{ м}^2; k=1,5; z=1,3; n=57 \%$$

$$N = (200 \cdot 494 \cdot 1,5 \cdot 1,3) / (12500 \cdot 0,57) = 28 \text{ шт.}$$





#### 4.8 Расчет обменной вентиляции

Определение воздухообмена для удаления из помещений углекислоты CO<sub>2</sub>.

$$L = G / (X_2 - X_1),$$

где  $L$  – воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч

$G$  – количество углекислоты, выделяющейся в помещении, л/ч

$X_1$  – концентрация углекислоты в приточном воздухе, л/м

$X_2$  – концентрация углекислоты, допустимая в помещении, л/м

По таблицам определяем значения  $X_2$  и  $X_1$ .

$$X_1 = 0,6 \text{ л/м}$$

$$X_2 = 1,25 \text{ л/м}$$

$$L = 1225 / (1,25 - 0,6) = 796,25 \text{ м}^3/\text{ч}$$

#### 4.9 Расчет защитного заземления

1. Наибольшее допустимое сопротивление заземляющего устройства

$R_d \leq 4 \text{ Ом}$ . - напряжение заземляемой установки – 220 В.

2. Расчётное удельное сопротивление грунта  $\rho$ ,

Грунт – глина.

$$\rho = 60 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

3. Конфигурация заземлителя

По контуру

#### 4. Тип и размеры заземлителей

Трубчатый или стержневой у поверхности

#### 5. Сопротивление растеканию тока с одного заземлителя

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{4 \cdot t}{d} = \frac{60}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,5} \cdot \ln \frac{4 \cdot 0,75}{0,04} = 27,5 \text{ Ом.}$$

#### 6. Необходимое количество параллельно соединённых заземлителей.

$$n = \frac{R_1}{R_0}$$

$$n = \frac{27,5}{4} = 7 \text{ шт.}$$

#### 7. Длина горизонтального электрода

$$l = 1,05 \cdot m \cdot n$$

где  $m$  – расстояние между заземлителями, м;

$n$  – количество заземлителей, шт.

$$l = 1,05 \cdot 2 \cdot 7 = 15 \text{ м}$$

#### 8. Сопротивление растеканию тока горизонтального электрода

$$R_2 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{b}$$

$$R_2 = \frac{60}{2 \cdot 3,14 \cdot 15} \ln \frac{2 \cdot 15}{0,04} = 3,83 \text{ Ом}$$

#### 9. Сопротивление растеканию тока

$$R_u = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \cdot \eta_z + R_2 \cdot n \cdot \eta_8}$$

$$R_u = \frac{27,5 \cdot 3,83}{27,5 \cdot 0,6 + 3,83 \cdot 8 \cdot 0,4} = 3,66 \text{ Ом}$$

#### **4.10 Антропогенное воздействие на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности**

Создание здоровых и безопасных условий труда начинается с правильного выбора территорий для размещения предприятия и рационального расположения на ней производственных и вспомогательных зданий и сооружений.

При размещении предприятия необходимо соблюдать законы об охране окружающей среды.

Предприятия, промышленные узлы и связанные с ними отвалы, очистные сооружения должны размещаться на землях, не пригодных для сельского хозяйства. Нельзя размещать предприятия вблизи источников водоснабжения; на участках, загрязненных органическими и радиоактивными отходами. Рельеф местности должен способствовать естественному проветриванию площади.

Предприятия, которые могут загрязнять атмосферный воздух, запрещается размещать в районах, где преобладает безветренная погода, часто повторяются туманы, что мешает рассеиванию вредных веществ в атмосфере.

Предприятиям автомобильной промышленности характерны повышенные уровни выбросов в атмосферу вредных веществ, таких как оксиды серы и азота; различные канцерогенные вещества; вещества, влияющие на репродуктивную функцию.

Автомобили, производимые Волжским автозаводом также являются одним из главных источников выбросов вредных веществ. Выделяемые, автомобильным транспортом, вещества, такие как оксиды серы, азота, углеводороды отрицательно сказываются не только на здоровье людей, но и на окружающей среды. Все эти вещества оказывают действие на органы дыхания, а в последствие и на весь организм человека.

Но одним из значительных проявлений является глобальное потепление, в появление которого автомобили и автомобильная промышленность занимает одно из лидирующих мест.

Кроме того, предприятия создают угрозу загрязнения подземных вод, попадания вредных веществ из сточных вод в различные водоемы, что приведет к гибели рыбы и нарушению флоры.

Для уменьшения количества выбросов вредных веществ необходимо ужесточение норм выбросов промышленных предприятий, автомобилей; установка различных очистных сооружений, фильтров; рациональное использование природных ресурсов; озеленение районов, где находятся предприятия и т.д.

#### **4.11 Экологическая экспертиза проекта**

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

В данном проекте не предполагаются экологически вредные выбросы.

Для проведения экологической экспертизы при выборе площадки для строительства предприятия или при реконструкции действующего предприятия учтены следующие материалы:

- краткие сведения по обоснованию выбора района строительства с учетом физико-географических и метеорологических факторов, а также исходных данных, полученных от органов Госкомгидромета, характеризующих существующие уровни загрязнения атмосферы;

- отсутствие выбросов загрязняющих веществ предприятием в атмосферу, ситуационный план района размещения предприятия с указанием размера санитарно-защитной зоны;

- отсутствие аварийных и залповых выбросах.

Также отсутствуют загрязнения, поступившие из различных источников.

#### **4.12 Безопасность при аварийных и чрезвычайных ситуациях**

Участок сборки передней подвески расположен на территории АО «АвтоВАЗ». Необходимо разработать мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий, если произойдет авария или стихийное бедствие. На предприятии предусматриваемом проектом наиболее вероятная аварийная ситуация

– пожар и обрушение зданий. Также в данном здании может возникнуть электрическое замыкание - как следствие пожара.

При возникновении аварийной (чрезвычайной) ситуации необходимо провести следующие мероприятия:

- 1) если есть возгорание – ликвидировать очаги пожара;
- 2) локализация аварий на коммунальных и энергетических сетях и сооружениях;
- 3) поиск пострадавших;
- 4) извлечение людей из-под завалов;
- 5) оказание медицинской помощи;
- 6) восстановление линий электропередачи;
- 7) восстановление водоснабжения
- 8) доставить продовольствие и медикаменты;
- 9) обрушение неустойчивых конструкций.

Безопасность людей при пожарах, а также сокращение возможного ущерба от них достигается обеспечением пожарной безопасности производственных объектов.

Под *пожарной безопасностью* подразумевается такое состояние объекта, при котором с большой вероятностью предотвращается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения обеспечивается эффективная защита людей от опасных и вредных факторов пожара и спасение материальных ценностей

Пожарная безопасность производственных объектов обеспечиваются разработкой и осуществлением систем предотвращения пожаров и систем пожарной защиты.

Система предотвращения пожара должна разрабатываться по каждому конкретному объекту из расчета, что нормативная вероятность возникновения пожара и взрыва принимается равной не более  $10^{-6}$  год в расчете на отдельный пожароопасный узел (элемент) данного объекта (ГОСТ 12.1.004-76) или взрывоопасный участок (ГОСТ 12.1.010-76). Вероятность воздействия опасных факторов взрыва на людей в течение года также не должна превышать  $10^{-6}$  человека (ГОСТ 12.1.010-76).



Для предотвращения пожаров необходимо прежде всего исключить возможность образования горючей среды, а также предотвратить возникновение в горючей среде (или внесение в нее) источников (импульсов) зажигания. Эти задачи решаются как на стадии проектирования технологических процессов и производственного оборудования, так и в процессе эксплуатации предприятий.

Предотвращение образования в горючей среде источников зажигания достигается: соответствующей эксплуатацией машин, механизмов и другого оборудования, которые могут явиться источниками зажигания горючей среды; применением электрооборудования, соответствующего классу пожароопасных зон; применением технологического процесса и оборудования, удовлетворяющих требованиям электростатической безопасности; устройством молниезащиты зданий, сооружений и оборудования; регламентацией максимально допустимой температуры нагрева поверхностей оборудования, изделий и материалов, могущих войти в контакт с горючей средой; регламентацией максимально допустимой энергии искрового разряда в горючей среде; регламентацией максимально

допустимой температуры нагрева горючих веществ, материалов и конструкций; ликвидацией условий для теплового, химического, микробиологического самовозгорания образующихся веществ, материалов, изделий и конструкций; устранением контакта с воздухом пирофорных веществ и веществ, нагретых выше безопасной температуры; регламентацией огневых работ и др.

Для того чтобы исключить возможность возникновения пожара или взрыва из-за образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания, надо выполнить два основных условия. Во-первых, энергия тех или иных источников зажигания должна быть меньше минимальной энергии поджигания данной горючей смеси, уменьшенной на коэффициент безопасности. Второе условие заключается в том, чтобы возникающие при эксплуатации оборудования и осуществлении технологических процессов температуры различных сред и поверхностей были меньше температур самовоспламенения, самонагрева, тления, а также минимальной температуры среды, при которой наблюдается самовозгорание образца. В каждом конкретном случае используется та или иная температура с учетом коэффициента безопасности. Методы определения коэффициентов безопасности приведены в ГОСТ 12.1.017 — 80.

**Вывод:**

В разделе безопасности и экологичности проекта определены все опасные и вредные производственные факторы присутствующие на участке сборки данного типа подвески. Представлены мероприятия для создания безопасных условий труда. Выполнен анализ влияния применения на автомобиле задней независимой подвески на устойчивость, безопасность и плавность хода автомобиля.

## **5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.**

### **ВВЕДЕНИЕ.**

Целью настоящего проекта стала модернизация задней подвески автомобиля ВАЗ-2170, а именно, разработка независимой подвески, позволяющей решить ряд задач, важнейших на данный момент для потребителя: улучшение показателей устойчивости, управляемости, повышение комфорта и полезной нагрузки.

Поскольку новая подвеска предназначена для установки в базовый автомобиль практически без изменения кузова (что явилось бы на данном этапе причиной существенных затрат, приводящих в итоге к росту себестоимости автомобиля), было логично сохранить тип направляющего аппарата подвески: Макферсон.

“Подвеска Макферсона”, или, как сейчас она называется, подвеска на направляющих или амортизаторных стойках – является дальнейшим развитием подвесок на двойных поперечных рычагах. Основное преимущество направляющей пружинной стойки состоит в том, что все детали, выполняющие упругую работу и направляющие функции, могут быть объединены в одну монтажную единицу. Противостоящие им следующие недостатки задней подвески автомобиля ВАЗ-2170 выглядят так:

- большая масса балки при связанных рычагах;
- взаимосвязанное положение колес;
- собственный поворот оси при прямолинейном движении по дороге с выбоинами;

Себестоимость такой подвески конечно выше, выше затраты на материалы и на трудоемкость, но благодаря прогрессивными эластокинематическим характеристикам подвески автомобиля, увеличивается ресурс как самой подвески, так и автомобиля в целом.

## 5.1. Расчет себестоимости проектируемой независимой подвески.

Базовая калькуляция и исходные данные для расчета получены на

ОАО «АвтоВАЗ», департамент развития , финансовый отдел, январь 2016г.

№ п/п		Обозначение	Ед. изм.	Значение
1	2	3	4	5
1	Годовая программа выпуска изделия	Vгод.	Шт.	100000
2	Коэффициент отчислений в страховые взносы в ПФР, ФСС, ФОМС	Ес.в.	%	30
3	Коэффициент общезаводских расходов.	Еобзав.	%	280
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	Еком.	%	5
5	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	Еобор.	%	200
6	Коэффициенты транспортно - заготовительных расходов	Ктзр.	%	3
7	Коэффициент цеховых расходов	Ецех	%	226
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 5-го разряда	Ср5	руб.	46,79
14	Часовая тарифная ставка 6-го разряда	Ср6	руб.	50,90
15	Коэффициент капиталообразующих инвестиций	Кинв	%	45

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

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

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

№п.п.	Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
1	Металлопрокат	тонн	32449	0,003	97,347
2	Дробь ДСЛ-8	тонн	8675	0,0002	1,74
3	Эмаль П-ЭП-45	тонн	125000	0,0002	25
	<b>Итого материалов:</b>				124,08
4	Электроэнергия	Квт.ч	1,8	1,35	2,43
5	Газ	м3	1,45	0,42	0,61
	<b>Итого:</b>				127,12
	Ктз		3		3,81
	Квот		2		2,54
	<b>Всего</b>				128,39

$$M := 128.39$$

Расчет статьи затрат "Покупные изделия и полуфабрикаты" производится по формуле:

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

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

№п.п.	Наименование изделия	Цена,руб.	Кол-во,шт.	Сумма, руб.
1	Гидравлическая амортизаторная стойка в сборе	1500	1	1500,00
2	Винтовая цилиндрическая пружина	970	1	970,00
3	Поперечный рычаг	159,6	2	319,20
4	Стабилизатор поперечной устойчивости	261	1	261,00
	Итого			3050,20
	Ктз		3	91,51
	Всего			3141,71

$$\Pi_i := 3141.71$$

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

$$Z_o := Z_T \cdot \left( 1 + \frac{K_{\text{прем}}}{100} \right)$$

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

$$Z_T := C_{p.i} \cdot T_i$$

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

$T_i$  - трудоёмкость выполнения операции,час.;  $K_{\text{прем}}$  - коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве,%.

## Расчет затрат на выполнение операций

№п.п.	Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
1	Сборочные	5	0,444	46,79	20,77
2	Контрольно-испытательная	6	0,253	50,90	12,88
	Итого				33,65
	Премияльные доплаты			30	10,10
	Основная з/п				43,75

$$Z_o := 43.75$$

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

$$K_{\text{вып}} := 0.2$$

$$З_{\text{доп}} := З_0 \cdot K_{\text{вып}}$$

$$З_{\text{доп}} = 43.75 \cdot 0.2 = 8.75$$

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

Расчет статьи затрат "Отчисления в страховые взносы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{с.в.}} := 0.3$$

$$C_{\text{с.в.}} := (З_0 + З_{\text{доп}}) \cdot E_{\text{с.в.}}$$

$$C_{\text{с.в.}} = (43.75 + 8.75) \cdot 0.3 = 15.75$$

где  $E_{\text{с.в.}}$  - коэффициент отчислений в страховые взносы, %;

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

$$E_{\text{обор}} := 2.00$$

$$C_{\text{сод.обор}} := З_0$$

$$\cdot E_{\text{обор}}$$

$$C_{\text{сод.обор}} = 43.75 \cdot 2 = 87.5$$

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

Расчет статьи затрат "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{цех}} := 2.26$$

$$C_{\text{цех}} := 30$$

$$\cdot E_{\text{цех}}$$

$$C_{\text{цех}} = 43.75 \cdot 2.26 = 98.87$$

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

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

$$E_{\text{инстр}} := 0.5$$

$$C_{\text{инстр}} := 30 \cdot E_{\text{инстр}}$$

$$C_{\text{инстр}} = 43.75 \cdot 0.5 = 21.88$$

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

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех.с.с.}} := M + \Pi + 30 + C_{\text{с.в.}} + 3\text{доп} + C_{\text{сод.обор}} + C_{\text{цех}} + C_{\text{инстр}}$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 128.39 + 3141.71 + 24.78 + 15.75 + 8.75 + 87.5 + 98.87 + 21.88 = 3546.6$$

Расчет статьи затрат "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{об.завод}} := 2.8$$

$$C_{\text{об.завод}} := 30 \cdot E_{\text{об.завод}}$$

$$\text{Соб.завод} = 43.75 * 2.8 = 122.5$$

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

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} := C_{\text{об.завод}} + C_{\text{цех.с.с.}}$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 122.5 + 3546.6 = 3669.1$$

Расчет статьи затрат "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{КОМ}} := 0.05$$

$$C_{\text{КОМ}} := C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{КОМ}}$$

$$C_{\text{КОМ}} = 3669.1 \cdot 0.05 = 183.46$$

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

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{пол.пр.}} := C_{\text{об.зав.с.с.}} + C_{\text{КОМ}}$$

$$C_{\text{пол.пр.}} = 3669.1 + 183.46 = 3852.55$$

Расчет отпускной цены для проектируемой конструкции выполняется по формуле:

$$K_{\text{рент}} := 0.3$$

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

$$C_{\text{пол.пр.}} = 3852.55$$

$$C_{\text{отп.пр.}} = 3852.55(1 + 0.3) = 5008.32$$

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

**Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции.**

ОАО "АвтоВАЗ", департамент развития, финансовый отдел, январь 2016г.

№п.п.	Наименование показателей	Обознач.	Затр.на ед.изд.(база)	Затр.на ед.изд.(проект)
1	Стоимость основных материалов	М	122,70	128,39
2	Стоимость комплектующих изделий	Пи	2954,23	3141,71
3	Осн.зараб.плата произв.рабочих	Зо	39,59	43,75
4	Доп.зар.плата произв.рабочих	Здоп	7,92	8,75
5	Отчисления в страховые взносы	Сс.в.	14,25	15,75
6	Расходы на сод.и экспл.оборуд.	Ссод.обор	79,18	87,50
7	Цеховой расходы	Сцех	89,47	98,88
8	Расходы на инст.и оснастку	Синстр	19,80	21,88
9	Цеховая себестоимость	Сцех.с.с.	3327,14	3546,60
10	Общезаводские расходы	Собщ.зав	110,85	122,50
11	Общезаводская себестоимость	Собщ.зав.с.с.	3437,99	3669,10
12	Коммерческие расходы	Ском	171,90	183,46
13	Полная себестоимость	Сполн	3609,89	3852,55
14	Отпускная цена	Цотп	5008,32	5008,32

$$Ц_{отп.пр.} = 5008.32$$

**5.2.Расчет экономии от повышения долговечности проектируемого узла.**

Использование проектируемой задней независимой подвески позволяет снизить вибрации передающиеся через детали подвески на кузов и все агрегаты автомобиля, что повышает надежность, долговечность деталей как самой подвески так и автомобиля в целом.

$$\begin{array}{lll}
 Ц_{отп.б} & Д1 & Д2 := 310000 \\
 := 5008.32 & := 140000 &
 \end{array}$$

$$Э_{общ.д.} := Ц_{отп.б} \cdot \frac{Д2}{Д1} - Ц_{отп.пр.}$$

$$Э_{общ.д.} := 5008.32 \cdot \frac{310000}{140000} - 5008.32 = 6081.53$$

где  $D_1$  - долговечность базовой  
конструкции,(циклы)  $D_2$  - долговечность  
новой конструкции,(циклы)

### 5.3. Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$З_{\text{перемен}} := M + \Pi_{\text{и}} + Z_0 + Z_{\text{доп}} + C_{\text{с.в.}}$$

$$З_{\text{перемен}} = 128.39 + 3141.71 + 43.75 + 8.75 + 15.75 = 3338.35$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{\text{перемен}} := З_{\text{перемен}} \cdot V_{\text{год}} \quad V_{\text{год}} := 100000$$

$$З_{\text{перемен}} = 3338.35 \cdot 100000 = 333835000$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. :

$$НА := 7$$

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

$$A_{\text{м.уд}} = ((87.50 + 21.88) \cdot 7) / 100 = 7.66$$

здесь НА - доля амортизационных отчислений, %;

$$З_{\text{постуд}} := \frac{(C_{\text{сод.оборот}} + C_{\text{инстр}}) \cdot (100 - НА)}{100} + C_{\text{цех}} + C_{\text{об.завод}} + C_{\text{ком}} + A_{\text{м.уд}}$$

$$З_{\text{постуд}} = ((87.50 + 21.88) \cdot (100 - 7)) / 100 + 98.88 + 122.50 + 183.35 + 7.66 = 514.1$$

на годовую программу выпуска:

$$З_{\text{пост}} := З_{\text{постуд}} \cdot V_{\text{год}}$$

$$Z_{\text{пост}} = 514.21 * 100000 = 51420500$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{\text{пол.г.}} := C_{\text{пол.пр.}} \cdot V_{\text{год}}$$

$$C_{\text{пол.г.}} = 3852.55 \cdot 100000 = 385255500$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} := C_{\text{отп.пр.}} \cdot V_{\text{год}}$$

$$\text{Выручка} = 5008.32 \cdot 100000 = 500832150$$

Расчет маржинального дохода:

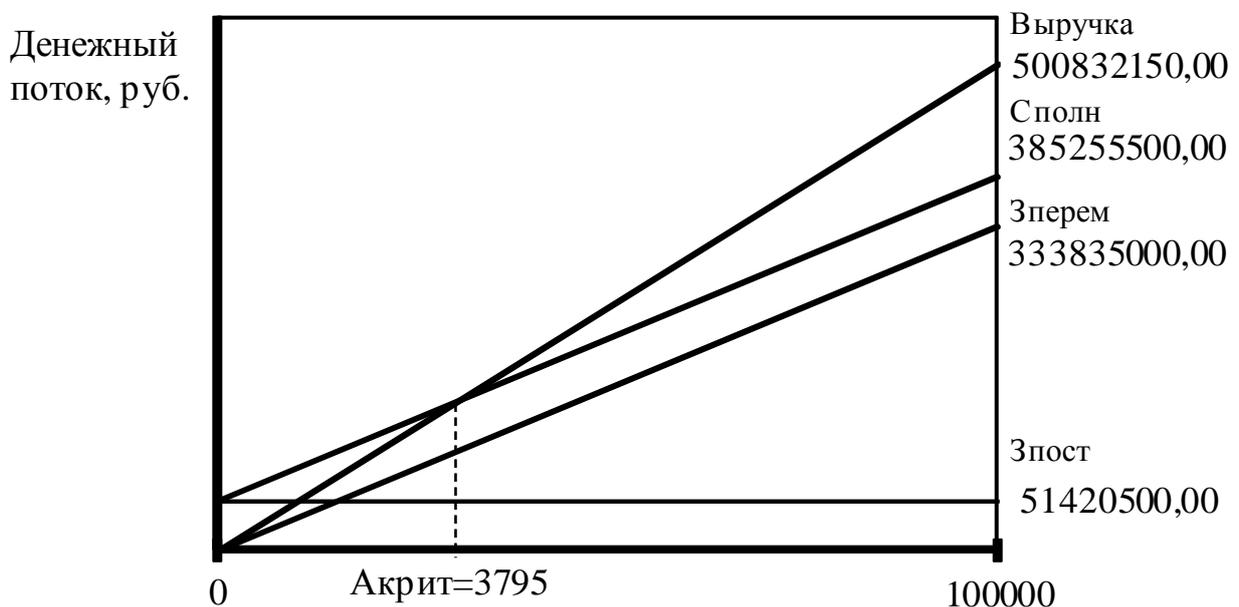
$$\text{Дмарж} := \text{Выручка} - Z_{\text{перем}}$$

$$\text{Дмарж} = 500832150 - 333835000 = 166997150$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{\text{крит}} := \frac{Z_{\text{пост}}}{C_{\text{отп.пр.}} - Z_{\text{перемуд}}}$$

$$A_{\text{крит}} = 51420500 / (5008.32 - 3338.35) = 30791.24 \sim 30795$$



Объем продаж, Шт.

## 5.4. Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет. Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

$$V_{\text{год}} := 100000$$

$$A_{\text{крит}} := 30795$$

$$V_{\text{мак}} := V_{\text{год}}$$

$$n := 6$$

$$\Delta := \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad \Delta = 13841$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

### Объем продаж по годам:

$$Ц_{\text{отп}} := Ц_{\text{отп.пр.}}$$

$$Ц_{\text{отп}} = 5008.32$$

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

$$V_{\text{прод1}} := 30795 + 13841 = 44636$$

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

$$V_{\text{прод2}} = 58477$$

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

$$V_{\text{прод3}} = 72318$$

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

$$V_{\text{прод4}} = 86159$$

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

$$V_{\text{прод5}} = 100000$$

## Выручка по годам:

$$\text{Выручка}_1 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод1}}$$

$$\text{Выручка}_1 := 5008.32 \cdot 44636 \quad \blacksquare = 223551438.47$$

$$\text{Выручка}_2 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод2}}$$

$$\text{Выручка}_2 = 292871616.36$$

$$\text{Выручка}_3 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод3}}$$

$$\text{Выручка}_3 = 362191794.24$$

$$\text{Выручка}_4 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод4}}$$

$$\text{Выручка}_4 = 431511972.12$$

$$\text{Выручка}_5 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод5}}$$

$$\text{Выручка}_5 = 500832150.00$$

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

для базового варианта:

$$\begin{array}{lll} \text{M} := 122.70 & \text{Пи} := 2954.23 & \text{Зо} := 39.59 \\ \text{~~~~~} & \text{~~~~~} & \text{~~~~~} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Здоп} := 7.92 & \text{C}_{\text{с.в.}} := 14.25 \\ \text{~~~~~} & \text{~~~~~} \end{array}$$

$$\text{Зперемудб} := \text{M} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здоп} + \text{C}_{\text{с.в.}}$$

$$\text{Зперемудб} = 3138.69$$

$$\text{Зперемб1} := \text{Зперемудб} \cdot V_{\text{прод1}}$$

$$\text{Зперемб1} := 3138.69 \cdot 44636 \quad \blacksquare = 140098566.84$$

$$\text{Зперемб2} := \text{Зперемудб} \cdot V_{\text{прод2}}$$

$$\text{Зперемб2} = 183541175.13$$

$$\text{Зперемб3} := \text{Зперемудб} \cdot V_{\text{прод3}}$$

$$\text{Зперемб3} = 226983783.42$$

$$\text{Зперемб4} := \text{Зперемудб} \cdot V_{\text{прод4}}$$

$$\text{Зперемб4} = 270426391.71$$

$$\text{Зперемб5} := \text{Зперемудб} \cdot V_{\text{прод5}}$$

$$\text{Зперемб5} = 313869000.00$$

для проектного варианта:  $Z_{\text{перемудпр}}$

$:= Z_{\text{перемуд}}$

$Z_{\text{перемудпр}} = 3338.35$

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

$Z_{\text{перемпр1}} := 3338.35 \cdot 44636 \quad \blacksquare = 149010590.60$

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

$Z_{\text{перемпр2}} = 195216692.95$

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

$Z_{\text{перемпр3}} = 241422795.3$

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

$Z_{\text{перемпр4}} = 287628897.65$

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

$Z_{\text{перемпр5}} = 333835000.00$

Постоянные затраты для базового варианта.

$C_{\text{сод.обор.}} := 79.18$

$C_{\text{цех.}} := 89.47$

$C_{\text{инстр.}} := 19.80$

$C_{\text{общ.зав.}} := 110.85$

$C_{\text{ком.}} := 171.90$

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

$Z_{\text{постудб}} = 471.2$

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

$Z_{\text{постб}} = 47120000$

Постоянные затраты для проектного варианта.

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

$Z_{\text{постпр}} = 51420500$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{\text{м.уд}} = 7.66$$

$$A_{\text{м.}} := A_{\text{м.уд}} \cdot V_{\text{год}} \quad A_{\text{м.}} = 765625$$

Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:

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

$$Z_{\text{полнпр1}} := 51420500 + 149010590.6 \quad \blacksquare \quad = 200431090.6$$

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

$$Z_{\text{полнпр2}} = 246637192.95$$

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

$$Z_{\text{полнпр3}} = 292843295.3$$

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

$$Z_{\text{полнпр4}} = 339049397.65$$

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

$$Z_{\text{полнпр5}} = 385255500$$

$$\Sigma C_{\text{полн.пр.}} := Z_{\text{полнпр1}} + Z_{\text{полнпр2}} + Z_{\text{полнпр3}} + Z_{\text{полнпр4}} + Z_{\text{полнпр5}}$$

$$\Sigma C_{\text{полн.пр.}} = 1464216476.5$$

для базового варианта:

$$Z_{\text{полнб1}} := Z_{\text{постб}} + Z_{\text{перемб1}}$$

$$Z_{\text{полнб1}} := 47120000 + 140098566.84 \quad \blacksquare \quad = 187218566.84$$

$$Z_{\text{полнб2}} := Z_{\text{постб}} + Z_{\text{перемб2}}$$

$$Z_{\text{полнб2}} = 230661175.13$$

$$Z_{\text{полнб3}} := Z_{\text{постб}} + Z_{\text{перемб3}}$$

$$Z_{\text{полнб3}} = 274103783.42$$

$Z_{\text{полнб4}} := Z_{\text{постб}} + Z_{\text{перемб4}}$

$Z_{\text{полнб4}} = 317546391.71$

$Z_{\text{полнб5}} := Z_{\text{постб}} + Z_{\text{перемб5}}$

$Z_{\text{полнб5}} = 360989000$

## Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

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

$$:= 223551438.47 - 200431090.6$$

$$\blacksquare = 23120347.87$$

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

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} = 46234423.41$$

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

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} = 69348498.94$$

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

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} = 92462574.47$$

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

$$\text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} = 115576650$$

для базового варианта:

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

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.1}} := 223551438.47 - 187218566.84$$

$$\blacksquare = 36332871.63$$

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

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.2}} = 62210441.23$$

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

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.3}} = 88088010.82$$

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

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.4}} = 113965580.41$$

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

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.5}} = 139843150$$

Налог на прибыль - 20% от налогооблагаемой прибыли по годам.

для проектного варианта:

$$\text{Нпр1} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.1}} \cdot 0.20$$

$$\text{Нпр1} := 23120347.87 \cdot 0.20 \quad \blacksquare = 4624069.57$$

$$\text{Нпр2} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} \cdot 0.20$$

$$\text{Нпр2} = 9246884.68$$

$$\text{Нпр3} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} \cdot 0.20$$

$$\text{Нпр4} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} \cdot 0.20$$

$$\text{Нпр3} = 13869699.79$$

$$\text{Нпр5} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} \cdot 0.20$$

$$\text{Нпр4} = 18492514.89$$

$$\text{Нпр5} = 23115330$$

для базового варианта:

$$\text{Нб1} := \text{Пр}_{\text{обл.б.1}} \cdot 0.20$$

$$\text{Нб1} := 36332871.63 \cdot 0.20 \quad \blacksquare = 7266574.33$$

$$\text{Нб2} := \text{Пр}_{\text{обл.б.2}} \cdot 0.20$$

$$\text{Нб2} = 12442088.25$$

$$\text{Нб3} := \text{Пр}_{\text{обл.б.3}} \cdot 0.20$$

$$\text{Нб4} := \text{Пр}_{\text{обл.б.4}} \cdot 0.20$$

$$\text{Нб3} = 17617602.16$$

$$\text{Нб5} := \text{Пр}_{\text{обл.б.5}} \cdot 0.20$$

$$\text{Нб4} = 22793116.08$$

$$\text{Нб5} = 27968630$$

## Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

$$\begin{aligned} \text{Пр}_{\text{ч.пр.1}} &:= \text{Пр}_{\text{обл.пр.1}} - \text{Нпр1} \text{ Пр}_{\text{ч.пр.1}} \\ &:= 23120347.87 - 4624069.57 \quad \blacksquare = 18496278.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр}_{\text{ч.пр.2}} &:= \text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} - \text{Нпр2} \\ \text{Пр}_{\text{ч.пр.2}} &= 36987538.72 \end{aligned}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.3}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} - \text{Нпр3}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.3}} = 55478799.15$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.4}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} - \text{Нпр4}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.4}} = 73970059.57$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.5}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} - \text{Нпр5}_{\text{для}}$$

базового варианта:

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.1}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.1}} - \text{Нб1}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.5}} = 92461320$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.1}} := 36332871.63 - 7266574.33 \quad \blacksquare$$

$$= 29066297.31$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.2}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.2}} - \text{Нб2}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.3}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.3}} - \text{Нб3}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.2}} = 49768352.98$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.4}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.4}} - \text{Нб4}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.3}} = 70470408.65$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.5}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.5}} - \text{Нб5}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.4}} = 91172464.33$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.5}} = 111874520$$

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

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

$$\text{ЧД1} := 18496278.3 - 29066297.31 + 765625 + (6081.53 \cdot 44636) \quad \blacksquare = 261650775.88$$

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

$$\text{ЧД2} = 343614436.38$$

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

$$\text{ЧД3} = 425578096.87$$

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

$$\text{ЧД4} = 507541757.36$$

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

$$\text{ЧД5} = 589505417.86$$

Дисконтирование денежного потока.

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

по формуле:

$$\alpha_{ti} := \frac{1}{(1 + E_{cti})^t} \quad E_{ct} := 10$$

где  $E_{cti}$  - 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:

$$\text{ЧПД}_1 := \text{ЧД}_1 \cdot \alpha_1$$

$$\text{ЧПД}_1 = 237840555.28$$

$$\text{ЧПД}_2 := \text{ЧД}_2 \cdot \alpha_2$$

$$\text{ЧПД}_2 = 283825524.45$$

$$\text{ЧПД}_3 := \text{ЧД}_3 \cdot \alpha_3$$

$$\text{ЧПД}_4 := \text{ЧД}_4 \cdot \alpha_4$$

$$\text{ЧПД}_3 = 320460306.94$$

$$\text{ЧПД}_5 := \text{ЧД}_5 \cdot \alpha_5$$

$$\text{ЧПД}_4 = 346651020.28$$

$$\text{ЧПД}_5 = 366082864.49$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma \text{ЧПД} := \text{ЧПД}_1 + \text{ЧПД}_2 + \text{ЧПД}_3 + \text{ЧПД}_4 + \text{ЧПД}_5$$

$$\Sigma \text{ЧПД} = 1554860271.44$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$K_{\text{инв.}} := 0.45$$

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

$$:= 0.45 \cdot 1464216476.5 = 658897414.43$$

Чистый дисконтированный доход.

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

$$\text{ЧДД} := 1554860271.44 - 658897414.43 = 895962857.01$$

Индекс доходности.

$$ID := \frac{\text{ЧДД}}{I_0}$$

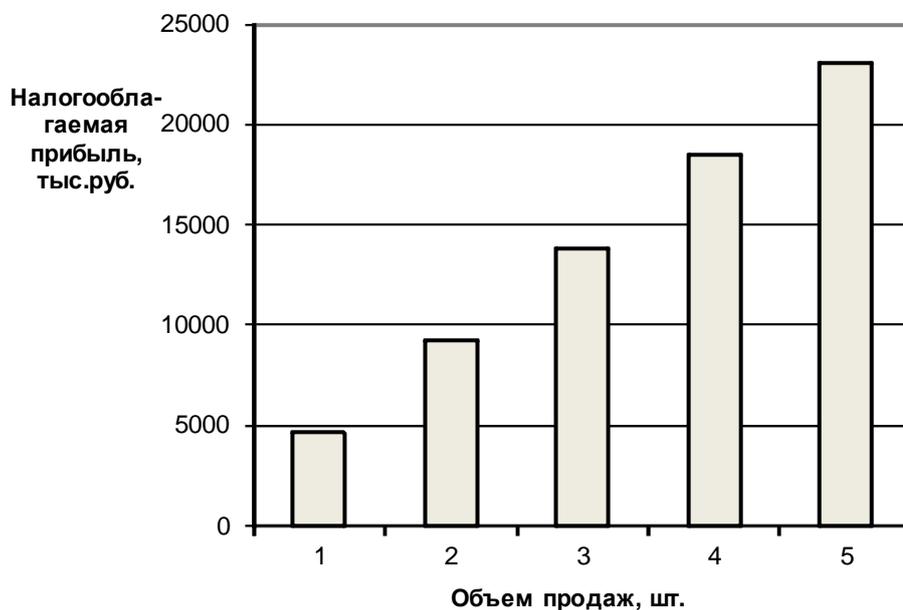
$$ID := \frac{895962857.01}{658897414.43} = 1.36$$

Срок окупаемости проекта.

$$\text{Токуп} := \frac{I_0}{\text{ЧДД}}$$

$$\text{Токуп} := \frac{658897414.43}{895962857.01} = 0.74$$

График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж



## **Анализ полученных показателей и выводы.**

В представленном экономическом разделе дипломного проекта рассчитанные показатели разработанной новой задней независимой подвески показали, что себестоимость выше базовой конструкции, но благодаря модернизированной независимой задней подвески, которая позволяет снизить вибрации и как следствие увеличился ресурс работы подвески и автомобиля в целом. Произведен расчет общественной эффективности, который составляет

6081.51 руб. на один автомобиль.

Точкой безубыточности продаж является объём равный 30795 шт., т.е. при этом объёме продаж предприятие покрывает свои издержки, а при планируемом объёме выпуска в 100000 шт. предприятие имеет чистого дисконтированного дохода (с учетом капиталобразующих инвестиций) 895 962 857.01 руб.

Из всех рассмотренных коэффициентов наиболее приемлемым для принятия решений инвестиционного характера является абсолютный показатель ЧДД.

Так как чистый приведенный эффект (чистый дисконтированный доход ЧДД) положителен, проект является эффективным.

Индекс доходности равен 1,36 что характеризует данный проект как мало рискованный и доходный.

Вложенные инвестиции окупятся менее чем через год, 0.74 года.

Анализируя результаты расчетов показателей эффективности внедрения разработанной задней независимой подвески можно сделать вывод о целесообразности внедрения ее в производство.

Показатели коммерческой эффективности проекта

№ п.п.	Наименование показателей	Годы						
		0	1	2	3	4	5	
1	Объем продаж Упрод.(шт)		44636	58477	72318	86159	100000	
2	Отпускная цена за единицу продукции (тыс.руб.) Полп.		5008,32					
3	Выручка н. (тыс.руб.)		223551	292872	362192	431512	500832	
4	Переменные затраты (тыс.руб.) Эперем.б. Эперем.н.		140099	183541	226984	270426	313869	333835
5	Амортизация Ам (тыс.руб.)		766					
6	Постоянные затраты.(тыс.руб.) Эпост.б. Эпост.н.		47120					
7	Полная себестоимость. (тыс.руб.) Спол.б. Спол.н.		187219	230661	274104	317546	360989	385256
8	Налогооблагаемая прибыль, б (тыс.руб.) Налогооблагаемая прибыль, н		200431	246637	292843	339049	385256	385256
9	Налог на прибыль, б (тыс.руб.) Налог на прибыль, н		36333	62210	88088	113966	139843	115577
10	Чистый поток реальных денег ЧД (тыс.руб.)		23120	46234	69348	92463	115577	27969
11	Коэф дисконтпр а1 при Евст.1		7267	12442	17618	22793	27969	23115
12	Чистый дисконтированный поток реальных денег ЧПД1		4624	9247	13870	18493	23115	589505
13	Капиталообразующие инвестиции Iо (тыс.руб.)		261651	343614	425578	507542	589505	366083
14	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег, сумма ЧДД		0,909	0,826	0,753	0,683	0,621	0,621
15	Чистый дисконтированный доход ЧДД,руб		237841	283826	320460	346651	366083	366083
16	Индекс доходности,JD		1554860					
17	Срок окупаемости проекта Токуп,год		895963					
			1,36					
			0,74					

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа выбора схем подвесок, конструкторского этапа проектирования и сравнения с ближайшими аналогами, технологической проработки возможности изготовления выбрана схема, наиболее удачно сочетающая решение всех отмеченных вопросов.

*Проектируемый вариант подвески дает наименьшее технологическое усложнение в производстве относительно передней подвески при реализации всех основных задач модернизации.*

*Экономические расчеты показывают, что с учетом всех рассмотренных аспектов сопоставимости капитальных затрат, проектируемая независимая задняя подвеска обладает очевидными преимуществами в потребительских и эксплуатационных свойствах.*

*Дальнейшее улучшение потребительских качеств подвески может быть достигнуто применением несущего подрамника с упругим креплением к кузову. В этом случае задачи шумоизоляции и кинематической точности здесь могут быть решены более полно.*

Накопленный в конструкторских подразделениях ДТР АО «АвтоВАЗ» значительный опыт разработки подвесок типа Макферсон позволяют предполагать появление указанных подвесок для задней оси на модернизированных и перспективных автомобилях ВАЗ.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» [Текст] / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф.Родионов. – М.: Машиностроение, 1984. –376 с.
2. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник. – 10–е изд [Текст] / Б.А. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1984. – 220 с.
3. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля: учеб. пособие [Текст] / А.И. Гришкевич, В.А.Вавуло, А.В. Карпов. – Мн.: Выш. шк., 1987. – 240 с.
4. Гаспарянц, Г. А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля [Текст] / Г.А. Гаспарянц. – М.:Машиностроение, 1978. – 351 с.
5. Вишняков, Н.Н. Автомобиль: Основы конструкции 2 изд–е [Текст] / Вишняков Н.Н, Вахламов В.К, Нарбут А.Н. – М.:Машиностроение, 1986. – 304 с.
6. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст] / В.Ф. Родионов, Б.А. Фиттерман. – М.: Машиностроение, 1973. – 490 с.
7. Раймпель, Й. Шасси автомобиля [Текст] / Й. Раймпель. – М.:Машиностроение, 1983. – 356 с.
8. Раймпель, Й. Шины, амортизаторы [Текст] / Й. Раймпель. – М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
9. Пройкшат, А. Шасси автомобиля: Типы приводов [Текст] / А. Пройкшат. – М.: Машиностроение, 1989. – 232 с.
10. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля [Текст] / Р.В.Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
- 11.Ачеркан, В.П. Справочник металлиста (т.2) [Текст] / В.П. Ачеркан. – М.: Машиностроение, 1971. – 255 с.
12. Анурьев В.И., Справочник конструктора–машиностроителя [Текст] / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2001. 560 с.

- 13.Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль. Анализ конструкций. Элементы расчета [Текст] / В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин – М.: Машиностроение, 1989 – 304с.
- 14.Писаренко Г.С. и др. Справочник по сопротивлению материалов [Текст] / Г.С. Писаренко – Киев: Наукова думка, 1988 – 736с.
- 15.Автомобиль. Основы конструкции под ред. д.т.н. А.Н.Островцева [Текст] / А.Н. Островцев – Москва: Машиностроение, 1976 – 477 с.
- 16.Гришкевич А. И., Бусел Б. У., Бутусов Г. Ф., Вавуло В. А., Каноник И. В., Молибошко Л. А., Рукшетель О. С., Таубес Л. Е., Автомобиль [Текст] / А.И. Гришкевич, Б.У. Бусел, Г.Ф. Бутусов, В.А. Вавуло, И.В. Каноник, Л.А. Молибошко, О.С. Рукшетель, Л.Е. Таубес – М.: Машиностроение 1984 – 530 с.
- 17.Юдин Е. Я., Белов С. В., Охрана труда в машиностроении [Текст] / Е.Я. Юдин, С.В. Белов – М.: Машиностроение 1983 – 123 с.
- 18.Фчеркан Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3 [Текст] / Н.С. Фчеркан – М.: 1969 – 389 с.
- 19.Куклин Н.Г. и др. Детали машин [Текст] / Н.Г. Куклин и др. – М.: Высшая школа ,1973 – 384 с.
- 20.Автомобиль под ред. Вишнякова 2 изд–е [Текст] / Вишняков – М.: Машиностроение 1986 –355 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Графики тягового расчета**

**Внешняя скоростная характеристика**

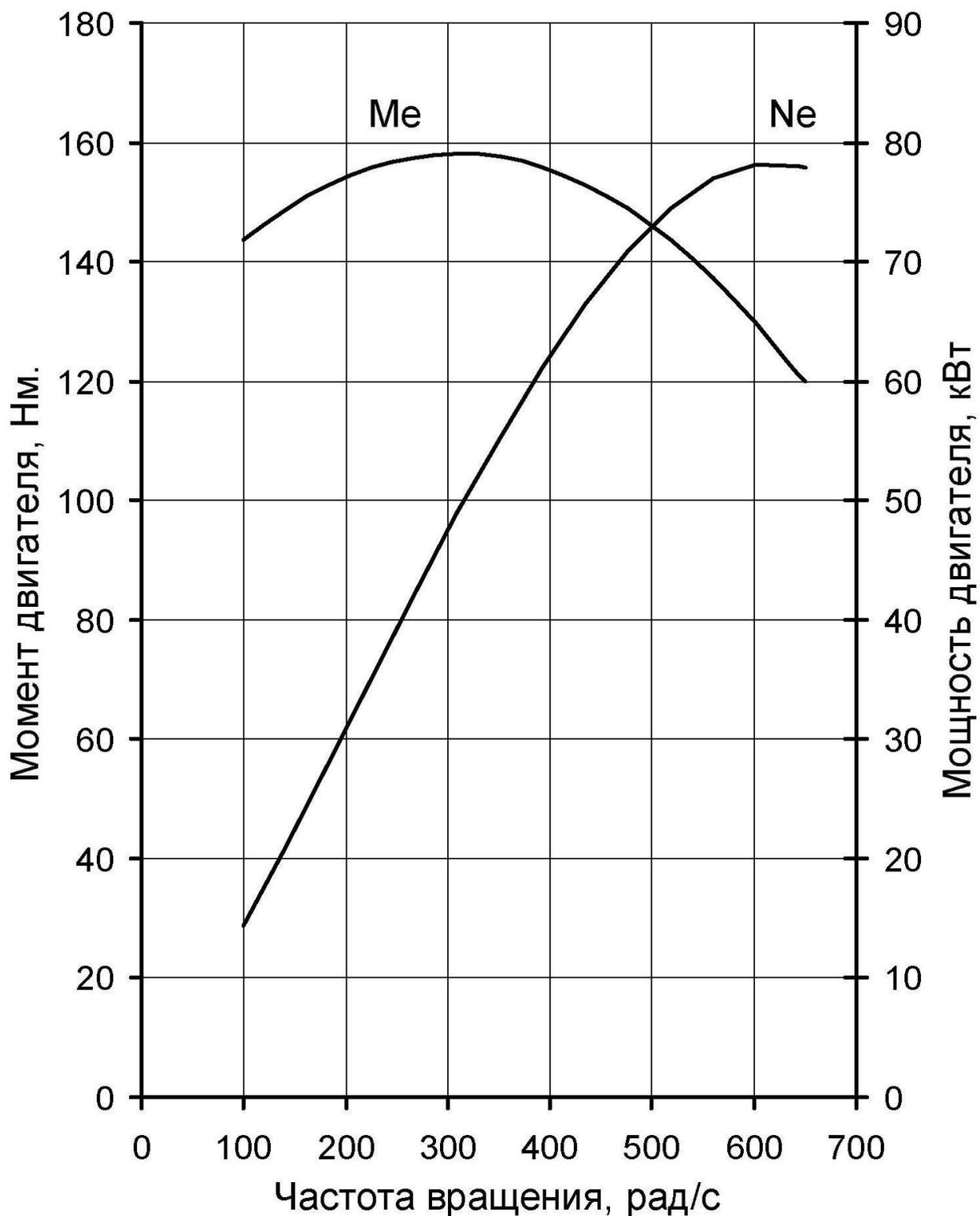
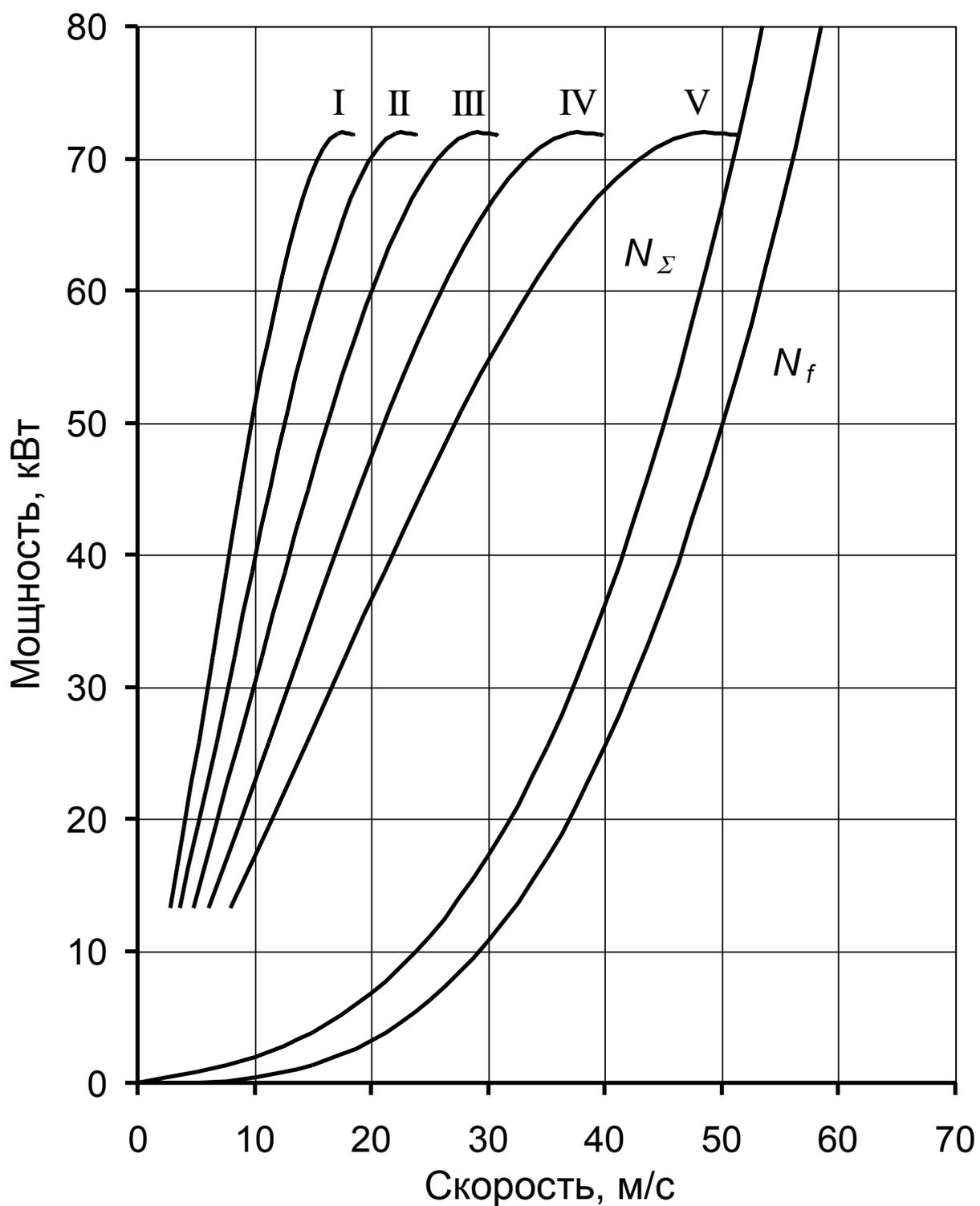


Рисунок А. 1 - Внешняя скоростная характеристика

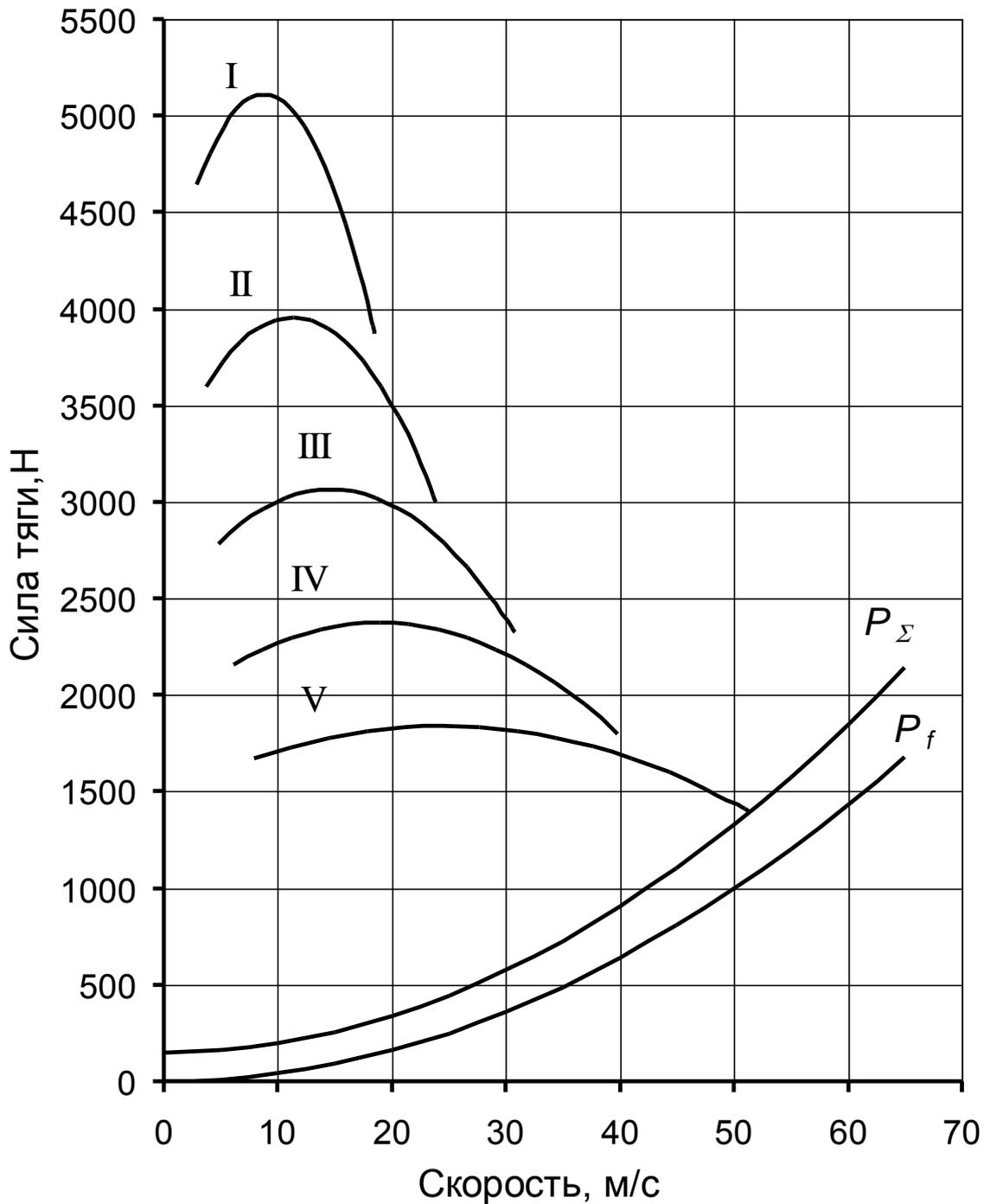
## Баланс мощностей



I - первая передача, II – вторая передача, III – третья передача, IV – четвертая передача, V – пятая передача,  $N_{\Sigma}$  – суммарная сила сопротивления движению,  $N_f$  – сила сопротивления воздуха

Рисунок А. 2 - Баланс мощностей

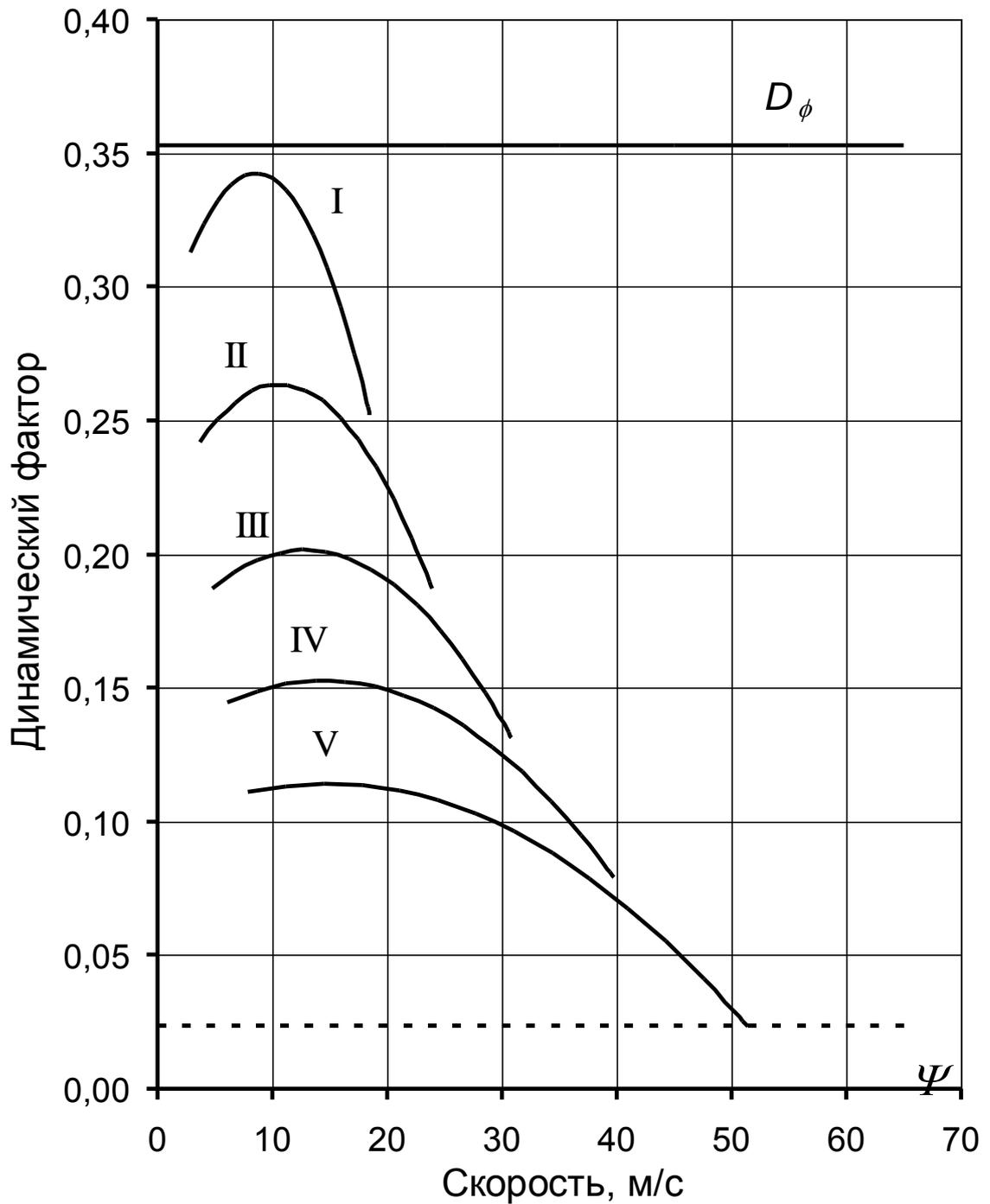
## Тяговый баланс



I - первая передача, II – вторая передача, III – третья передача, IV – четвертая передача, V – пятая передача,  $P_{\Sigma}$  – суммарная тяговая сила затрачиваемая для преодоления суммарной силы сопротивления движению,  $P_f$  – тяговая сила затрачиваемая на преодоление силы сопротивления воздуха

Рисунок А. 3 - Тяговый баланс

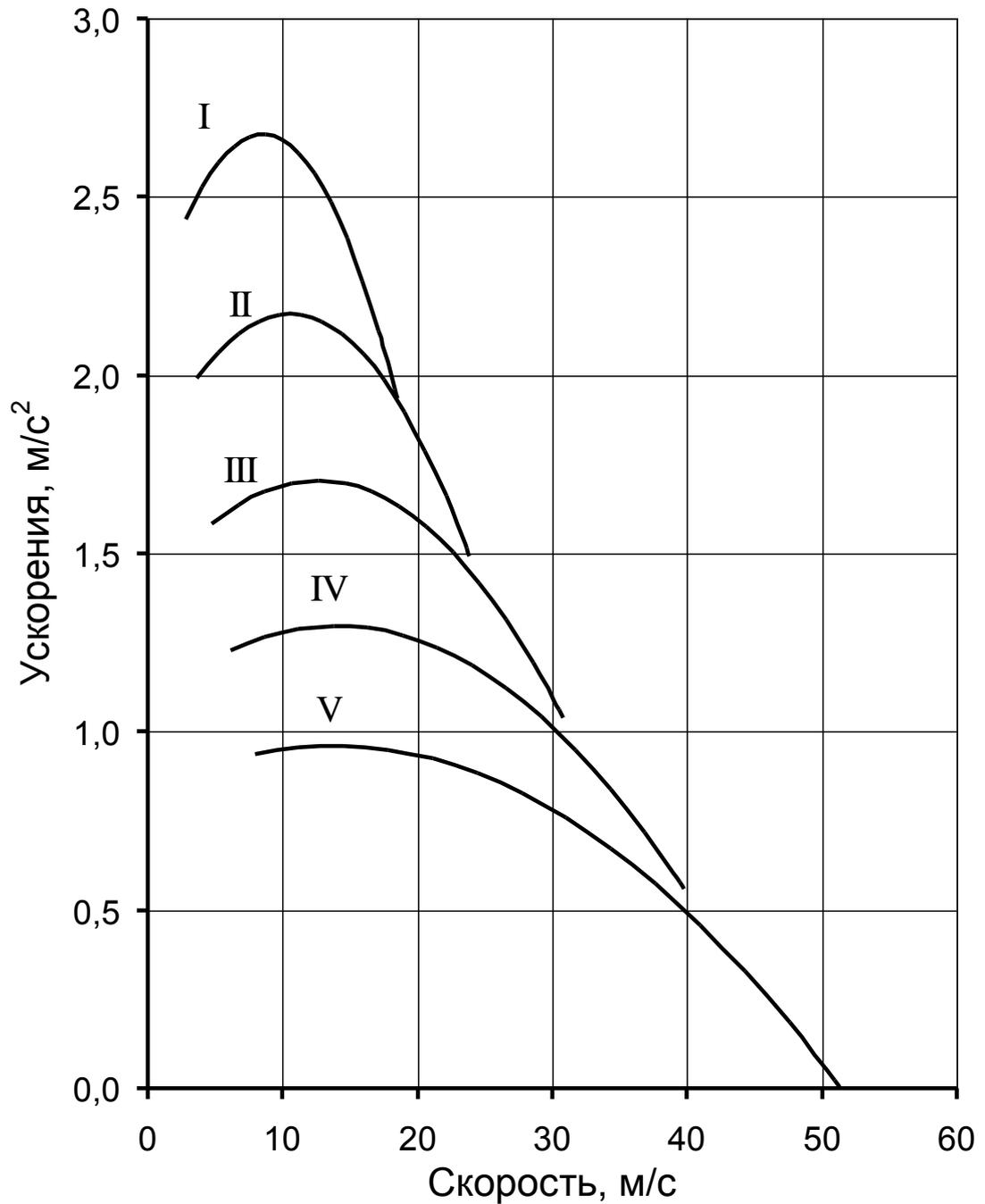
## Динамический баланс



I - первая передача, II – вторая передача, III – третья передача, IV – четвертая передача, V – пятая передача,  $\psi$  – коэффициент сопротивления дороги,  $D_\phi$  – динамический фактор

Рисунок А. 4 - Динамический баланс

## Ускорения на передачах



I - первая передача, II – вторая передача, III – третья передача, IV – четвертая передача, V – пятая передача

Рисунок А. 5 - Ускорения на передачах

# Время разгона

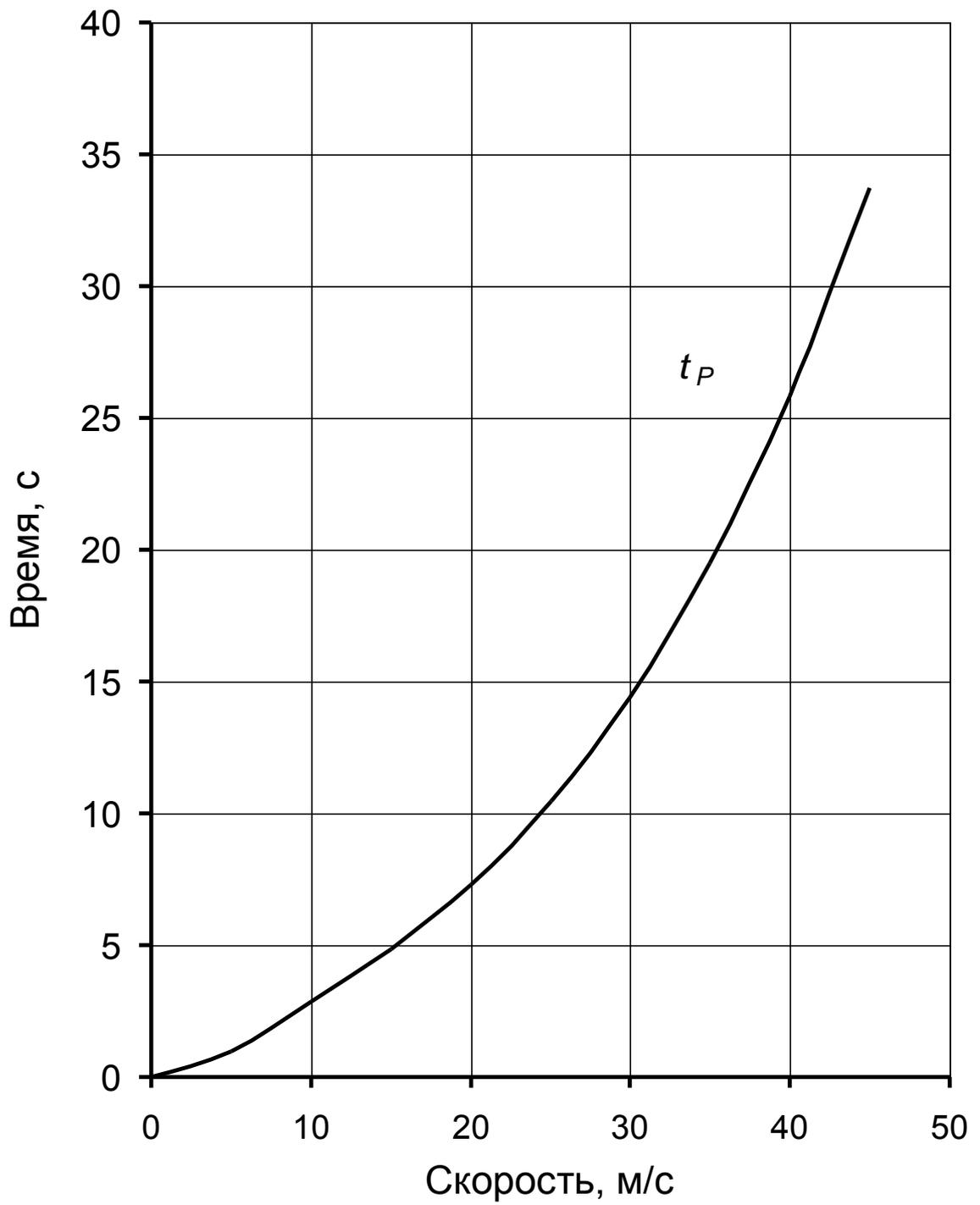


Рисунок А. 6 - Время разгона

# Путь разгона

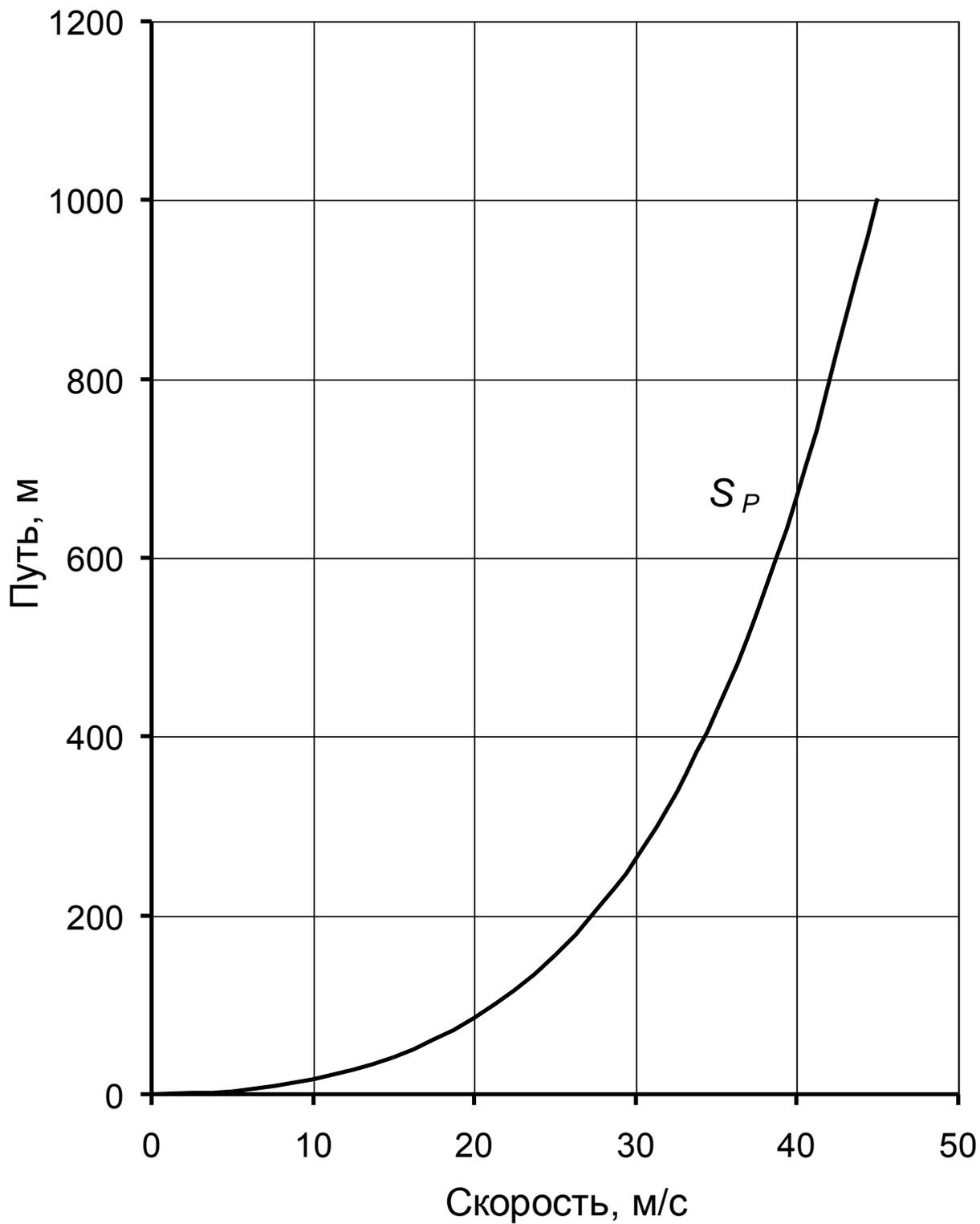


Рисунок А. 7 - Путь разгона

### Путевой расход топлива

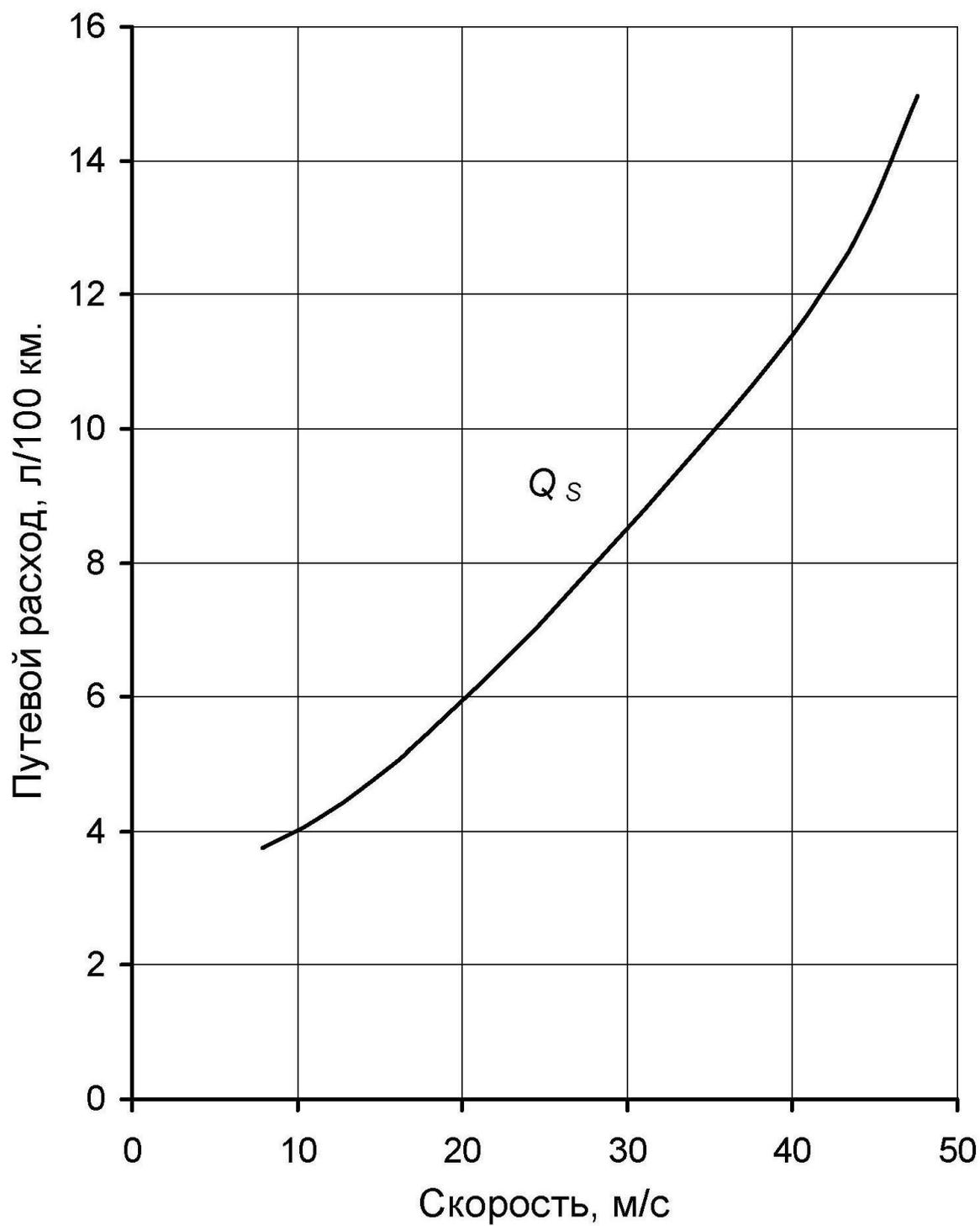


Рисунок А. 8 - Путевой расход топлива

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б Спецификация

Перв. измен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					<i>Документация</i>			
	A1			ДП2116-2915188 СБ	Сборочный чертеж			
					<i>Детали</i>			
			1	ДП2116-29151234	Втулка	2		
		2	ДП2116-2915246	Уплотнитель резиновый	2			
		3	ДП2116-2915256	Рычаг задней подвески задний	1			
Подп. и дата	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Инв. №	Взам. инв. №	ДП2116-2915188 СБ			
Инв. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Рычаг поперечный задней подвески задний в сборе	Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Марасанов						1
	Проб.	Скутнев						
	Н.контр.	Скутнев				ТГУ каф. "ПиЭА" гр. АТ-1101		
	Утв.	Еремина				Формат А4		

Копировал

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
								А1	ДП2116-2915192 СБ
<i>Документация</i>							Справ. №		
<i>Детали</i>									
		1	ДП2116-29151236	Втулка	2		Подп. и дата		
		2	ДП2116-2915248	Уплотнитель резиновый	2				
		3	ДП2116-2915258	Рычаг задней подвески передний	1				
ДП2116-2915192 СБ							Взам. инв. №	Инв. № дубл.	
Изм. Лист									
№ док-м.							Подп.	Дата	
И.контр. Скутнев									
Утв. Еремина							Рычаг поперечный задней подвески передний в сборе		
Инв. № подл.							Лит. Лист Листов		
Утв. Еремина							1		
Утв. Еремина							ТГУ каф. "ПиЭА" гр. АТ-1101		
Утв. Еремина							Формат А4		

Копировал

Инв. № подл.	Изм. / Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.		
															Лит.	Лист	Листов		
						<i>Документация</i>													
					<i>ДП2116-2910000 СБ</i>	<i>Стойка телескопическая задней подвески с пружиной и верхней опорой в сборе</i>	1												
						<i>Детали</i>													
		1			<i>ДП2116-2910031</i>	<i>Амортизатор задней подвески</i>	1												
		2			<i>ДП2116-2910033</i>	<i>Корпус наружный верхней опоры стойки задней</i>	1												
		3			<i>ДП2116-2912695</i>	<i>Пружина задней подвески</i>	1												
		4			<i>ДП2116-2910053</i>	<i>Втулка распорная опоры штока</i>	1												
		5			<i>ДП2116-2910077</i>	<i>Ограничитель хода сжатия верхней опоры</i>	1												
		6			<i>ДП2116-2910037</i>	<i>Чашка пружины задней подвески нижняя</i>	1												
		7			<i>ДП2116-2910049</i>	<i>Прокладка изолирующая пружину задней подвески верхняя</i>	1												
		8			<i>ДП2116-2910039</i>	<i>Ограничитель хода верхней опоры</i>	1												
					<i>ДП2116-2910000 СБ</i>														
	<i>Разраб.</i>	<i>Марасанов</i>			<i>Стойка телескопическая задней подвески с пружиной и верхней опорой в сборе</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>									
	<i>Пров.</i>	<i>Скутнев</i>										1							
	<i>Н.контр.</i>	<i>Скутнев</i>						<i>ТГУ каф. "ПиЭА" гр. АТ-1101</i>											
	<i>Утв.</i>	<i>Еремина</i>																	

Копировал

Формат А4





