

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль))

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему «Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл.
Модернизация передней подвески»

Студент(ка)	<u>И.А. Арискин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>И.Р. Галиев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Л.Л. Чумаков</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Д.Ю. Воронов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

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

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2016

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «Проектирование и
эксплуатация автомобилей»
_____ А.В. Бобровский
«02» февраля 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Арискин Иван Александрович

1. Тема Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация передней 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 185/65 R14; коэффициент сопротивления качению $f_o=0,012$; коэффициент аэродинамического сопротивления $C_x=0,30$; коэффициент уклона $i=0,28$; $V_{max}=175$ км/ч.*

Цель проекта: *Применение в передней подвеске верхней поперечной штанги и усиленного стабилизатора поперечной устойчивости.*

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 передней подвески.

5. Анализ экономической эффективности объекта

Расчет себестоимости проектируемой конструкции передней подвески, расчет точки безубыточности, коммерческой и общественной эффективности проекта.

6. Безопасность и экологичность объекта

Выявление опасных производственных факторов и разработка мероприятий для обеспечения безопасных условий труда на рабочем месте, 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 A1

Детализовка 3 листов формата A1

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

И.Р. Галиев

Задание принял к исполнению

И.А. Арискин

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 Арискина Ивана Александровича

по теме Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация передней 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)

И.Р. Галиев

_____ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

И.А. Арискин

_____ (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В представленной пояснительной записке к дипломному проекту «Легковой автомобиль 2-го класса, передняя независимая подвеска автомобиля ВАЗ-2170» разработаны и описаны следующие вопросы: требования, предъявляемые к передней подвеске; расчёт передней подвески; проверочный расчет на плавность хода; расчет усилий, действующих на детали передней подвески в режиме торможения; расчет усилий, действующих на детали подвески при заносе автомобиля; расчет шарового пальца нижнего рычага передней; технология процесса сборки передней подвески; организационно-экономическое обоснование; безопасность и экологичность проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	9
1.1 Назначение подвески	9
1.2 Классификация конструкций и требования к ним.....	9
1.3 Обзор известных конструкций передних подвесок отечественного производства.....	11
1.4 Обзор конструкций подвесок зарубежного производства.....	18
1.5 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию подвески	25
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	27
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	27
2.1.1 Исходные данные	27
2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчета	27
2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи.....	28
2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя.	29
2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач	31
2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах.	32
2.1.7 Сила тяги на ведущих колесах	32
2.1.8 Силы сопротивления движению.....	33
2.1.9 Динамический фактор.....	34
2.1.10 Ускорения автомобиля.....	35
2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля.	36
2.1.12 Время и путь разгона	37
2.1.13 Мощностной баланс	39
2.1.14 Топливно-экономическая характеристика.....	41
2.2 Расчет передней подвески автомобиля	42
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	61
3.1 Анализ технологичности конструкции изделия	61
3.2 Разработка технологической схемы сборки	61
3.3 Составление перечня сборочных работ	63
4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	70
4.1 Анализ влияния модернизации передней независимой подвески на	

управляемость, устойчивость, безопасность и плавность хода автомобиля	70
4.1.1 Нормативные требования.....	70
4.2 Участок сборки стоек передней подвески.....	75
4.2.1 Описание участка.....	75
4.2.2 Перечень оборудования, установленного на участке сборки передней подвески	76
4.2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов при сборке передней подвески	77
4.2.4 Воздействие опасных и вредных производственных факторов на работающих	78
4.2.5 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда	79
4.2.6 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте	87
4.2.7 Обеспечение электробезопасности	87
4.2.8 Инженерные расчёты по охране труда	88
4.2.9 Экологическая экспертиза объекта	90
4.2.10 Защита работающих в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	91
4.2.11 Эвакуация работающих в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	92
Заключение	92
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	93
Введение	93
5.1 Расчет себестоимости проектной конструкции передней подвески	94
5.2 Расчет точки безубыточности	100
5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	118
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	119
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графики тягового расчета	121
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Спецификация	129

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.

Задачей дипломного проекта является:

- повышение угловой жесткости передней подвески автомобиля для улучшения управляемости при поворотах и в экстремальных ситуациях.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Назначение подвески

Подвеска автомобиля - совокупность устройств - элементов, обеспечивающих упругую и силовую связь между кузовом и дорогой, уменьшение динамических нагрузок на несущую систему и колёса и затухание их колебаний, а также требуемые показатели устойчивости, управляемости и комфортабельности автомобиля.

Подвеска должна быть:

- возможно легкой по массе, особенно в неподрессоренной её части;
- компактной для обеспечения максимального пространства для салона и размещение смежных узлов и агрегатов;
- возможно простой, технологичной и дешёвой в изготовлении;
- агрегируемой для обеспечения подсорборки узлов и проведения требуемых регулировок до монтажа на автомобиль, и возможности автоматизации установки подвески на автомобиль;
- надёжной и долговечной в эксплуатации, в полной мере удовлетворять разнообразным условиям движения автомобиля и обеспечивать:
- приемлемую комфортабельность, т.е. мягкое поддрессирование;
- изоляцию кузова от дорожных шумов и жёсткого качения радиальных шин;
- требуемую устойчивость и управляемость движения автомобиля;
- максимальную надёжную безопасность движения при допускаемых скоростях как по прямой, так и на поворотах.

1.2 Классификация конструкций и требования к ним

Подвесок существует огромное множество, они классифицируются по типу направляющего аппарата (зависимые и независимые) и по типу упругих элементов (пружинные, торсионные, рессорные, пневматические и т.д.)

Каждая подвеска имеет свои недостатки и преимущества, и была распространена в своё время.

По типу направляющего аппарата подвеску можно разделить на две категории:

Независимые - имеют гораздо больше преимуществ, поэтому и распространены сейчас больше. Они различаются по расположению плоскости качания колёс: продольная, поперечная, диагональная на косых рычагах. И по количеству рычагов: однорычажные, двухрычажные, многорычажные, свечные.

Зависимая - проще, дешевле, имеет постоянную колею, но в тоже время балка не является подрессоренной, поэтому назвать лёгкой эту подвеску нельзя. Кроме этого, при противоположных ходах левого и правого колёс одной оси, наблюдается значительный их наклон, следствием чего являются автоколебания колёс.

В отдельный класс ещё необходимо выделить так называемую **полузависимую** подвеску - подвеску на связанных рычагах с закручивающейся балкой. Как правило, это задняя подвеска недорогих переднеприводных автомобилей.

По виду упругого элемента подвески автомобиля подразделяются на:

Рессорные - применяются в основном на грузовых а/м, внедорожниках; на современных моделях легковых а/м не встречаются. Рессоры обычно располагаются вдоль оси а/м, но возможно и поперечное расположение (старые модели Volvo). Задние рессоры как правило имеют подрессорники, обеспечивающие близкую к постоянной собственную частоту колебаний подвески при движении а/м с грузом и без него за счёт изменяющейся жесткости.

Пружинные - используется витая пружина, наиболее распространены на а/м малого и среднего классов; подвеска получается проста в изготовлении, надёжна, есть возможность изменять геометрию пружин (бочка, коническая и т.п.).

Торсионные - компактны, масса неподдресоренных частей подвески меньше, но более сложны в изготовлении, нежели пружины. Имеют стержни, работающие на скручивание, причем торсионы могут иметь как продольное, так и поперечное расположение. Применяются как на легковых а/м (задняя подвеска Peugeot-306, передняя Opel Frontera), так и на легких грузовиках.

Гидропневматические и пневматические - как правило применяются на грузовых а/м, автобусах, а/м представительского класса. Обеспечивают высокую плавность хода, комфорт пассажиров, позволяют регулировать клиренс (поддерживать его постоянным независимо от загрузки). В качестве упругих элементов используются баллоны со сжатым воздухом (Lincoln-Navigator), либо сочетание пневморессоры с гидравлическим амортизатором. Автомобили Citroen (даже небольшие) традиционно имеют такую подвеску (Xantia, C5 и др.). К недостаткам можно отнести сложность конструкции, обслуживания, высокую стоимость, но в последнее время эти типы подвесок получают широкое распространение.

1.3 Обзор известных конструкций передних подвесок отечественного производства

Подвеска автомобиля ВАЗ-2101. Передняя подвеска, независимая, бесшкворневая смонтирована на штампованной поперечине 30, привернутой к лонжеронам 28 кузова. Правильное положение поперечины определяется регулировочными пластинами 29 между кронштейном поперечины и лонжероном. К нижней части поперечины привернута через регулировочные шайбы 32 двумя болтами ось 33 нижнего рычага 38. Одинаковым изменением числа шайб под обоими болтами регулируется угол развала колес. Эти же шайбы позволяют регулировать угол продольного наклона оси поворота, для чего необходимо специальное оборудование. Ось 27 верхнего рычага 23 имеет вид длинного болта и установлена в специальных кронштейнах кузова с распорной втулкой между ними. [1]

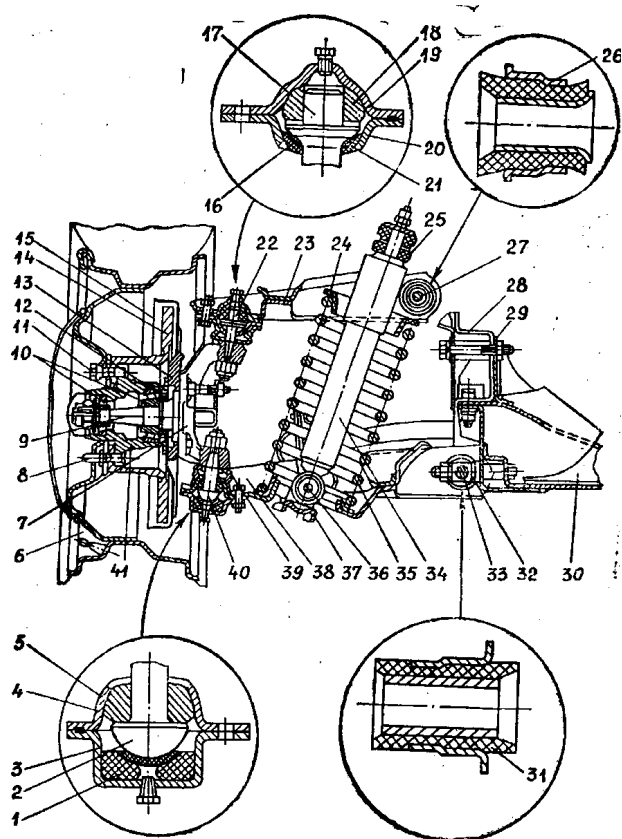


Рисунок 1.1 - Передняя подвеска автомобиля ВАЗ-2101:

Шарнирное соединение рычагов 23, 38 и осей 27, 33 выполнено на резинометаллических втулках (сайлент-блоках) 26,31, состоящих из резиновой вставки, запрессованной стальной трубки и напрессованной стальной обоймы. Сайлент-блоки запрессовываются в отверстия вилок рычагов и на осях рычагов неподвижно закрепляются гайками. Таким образом, при повороте рычага наружная обойма сайлент-блока поворачивается относительно его внутренней трубки на оси за счет эластичности и внутреннего трения резиновой вставки. Наружное трение поверхностей в шарнирах отсутствует, что значительно повышает их долговечность и исключает необходимость смазки.

Шаровые шарниры 22, 40 неразборные, имеют отличия в конструкции, так как нижний шарнир воспринимает большую нагрузку от тормозного момента, рулевой тяги и веса автомобиля, приходящегося на переднюю ось. Его палец 2 с полусферической головкой опирается на резиновый вкладыш 1,

рабочая поверхность которого покрыта слоем нейлона с добавкой дисульфида молибдена, что значительно снижает износ сопряжения. Вкладыш находится в обойме 3, и за счет упругости его специальной резины постоянно поджимается к головке пальца, предотвращая появление зазора в процессе изнашивания сопряжения. Сверху на палец установлена металлокерамическая подшипниковая втулка 5, которая внутренней поверхностью работает в паре с пальцем, а наружной полусферической поверхностью - в паре с корпусом 4 шарнира. Наружная поверхность втулки имеет канавки для улучшения смазки.

Верхний шарнир имеет палец 17 с полусферическим буртом, которым палец опирается через резиновое кольцо 16 и полусферическую стальную шайбу 21 на обойму 20. Подшипниковая втулка 18, такая же, как у нижнего шарнира, надета на палец и работает в паре с корпусом 19.

После сборки шарниров корпус и обойма соединяются точечной сваркой. Внутренняя полость шарниров заполняется консистентной смазкой через отверстие, закрываемое пробкой, и защищается от пыли и влаги резиновым чехлом 39.

Шарниры в сборе крепятся в отверстиях рычагов тремя болтами каждый. Хвостовики шаровых пальцев имеют конусную поверхность и резьбу для посадки и закрепления в отверстиях поворотной стойки 7.

Пружина 35 подвески нижним торцом опирается через стальную прокладку на чашку нижнего рычага 38, верхним торцом упирается в специальный кронштейн кузова через резиновую прокладку 24. В зависимости от жесткости под нагрузкой 435 кг пружины на заводе делятся на две группы. При длине более 232 мм пружины маркируются желтой краской по наружной поверхности средних витков и относятся к группе А. Если длина меньше или равна 232 мм, пружина маркируется зеленой краской и включается в группу Б. В передней и задней подвеске должны быть установлены пружины одной и той же группы. Как исключение допускается установка пружин группы А в переднюю подвеску и пружин группы Б - в

заднюю подвеску.

При значительном подъеме колеса и сжатии пружины верхний рычаг 23 своей площадкой упирается в резиновый буфер, закрепленный в специальной кронштейне кузова. Обратный ход колеса при отдаче пружины ограничивается пластмассовым буфером 17 в виде втулки на штоке передних амортизаторов.

Амортизатор 34, телескопический, двустороннего действия, в передней подвеске расположен внутри пружины. Его нижняя часть шарнирно закреплена на кронштейне 37 нижнего рычага, а верхняя часть через резиновые подушки 25 соединяется кронштейном кузова. Нижний шарнир представляет собой резиновую втулку 2 с трубкой 1 и обоймой 3, запрессованную в проушину 4 корпуса 19 амортизатора (сайлент-блок). При установке на кронштейн в отверстия втулки и кронштейна вставляется ось-болт, на котором втулка затягивается гайкой. За счет своей эластичности втулка допускает поворот амортизатора около оси.

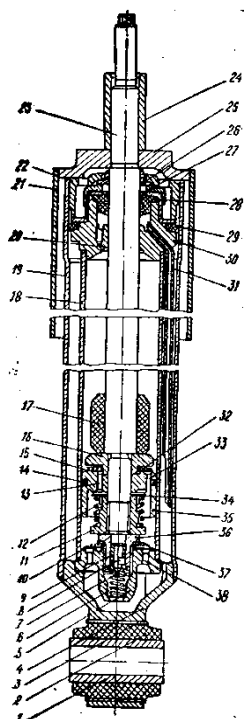


Рисунок 1.2 - Амортизатор автомобиля ВАЗ-2101.

Конструкция амортизаторов передней и задней подвески одинакова,

различие состоит в длине, креплении, величине хода и характеристике. Амортизатор состоит из трех основных узлов: корпуса 19 в сборе, рабочего цилиндра 18 в сборе и штока 23 в сборе.

Цилиндрический корпус закрыт снизу приваренной проушиной с сайлент-блоком, сверху в него ввертывается гайка 22 с отверстиями под ключ.

Рабочий цилиндр снизу имеет запрессованный корпус 5 клапана сжатия, в центральное отверстие которого ввернуто седло 36с клапаном 9 сжатия, поджатым пружиной 6. Седло через ограничительную тарелку и пружину 37 прижимает впускной клапан 10 к отверстиям 38. Сверху цилиндра установлена металлокерамическая направляющая 30 штока с капиллярным отверстием 20, дренажной трубкой 31 и резиновым уплотнительным кольцом 29. В направляющей расположен резиновый сальник 28 штока, обойма которого через полиуретановую прокладку 27 и защитное кольцо 26 прижимается гайкой 22. Одновременно гайка 22 зажимает цилиндр с корпусом 5 клапана сжатия в расточке проушины 4.

Шток хромирован, полирован и на верхнем конце имеет крышку 25, которая фиксируется напрессованной распорной втулкой 24. К крышке приварен кожух 21, защищающий шток от пыли, влаги и повреждений. На нижнем конце штока находится металлокерамический поршень 35 с резиновым уплотнительным кольцом 14 и сквозными отверстиями, расположенными по двум окружностям. Отверстия 13 на внутренней окружности перекрываются тарельчатым клапаном 34 отдачи, который поджат пружиной 12, упирающейся в бурт гайки 11, наверхнутой на шток. Отверстия 33 на внешней окружности перекрываются тарельчатым перепускным клапаном 15 под действием пружины 32 с ограничительной тарелкой 16.

Для нормальной работы амортизатора необходимо, чтобы весь объем полостей под поршнем, над поршнем и нижняя часть объема резервуара между цилиндром и корпусом амортизатора были заполнены маслом.

Сжатие пружины подвески при подъеме колеса заставляет шток и поршень амортизатора перемещаться вниз, создавая давление на масло под поршнем. За счет этого открывается перепускной клапан 15, и благодаря малой жесткости его пружины 32 масло с небольшим сопротивлением перетекает через отверстия 33 из нижней в верхнюю полость цилиндра. Часть верхней полости при этом оказывается занятой объемом вводимого в нее штока, из-за чего все масло из нижней полости не может перетечь в верхнюю. Этот "излишек" масла при медленном движении поршня амортизатора вытекает через малое осевое отверстие 7 клапана сжатия в резервуар между цилиндром и корпусом амортизатора. При резком сжатии подвески и быстром движении поршня амортизатора давление масла под поршнем возрастает, и открывается клапан 9 сжатия, преодолевая значительную жесткость его пружины 6. Масло может выходить в резервуар через радиальное отверстие 8 клапана, степень открытия которого зависит от скорости движения поршня. Таким образом, сопротивление амортизатора сжатию обусловлено диаметром отверстия 7, жесткостью пружины 6 и степенью открытия радиального отверстия 8 клапана сжатия, что определяет характеристику амортизатора при сжатии.

Отдача подвески и движение штока с поршнем вверх увеличивают давление масла над поршнем. При медленном движении поршня масло поступает в отверстия 13 и через пазы тарелки клапана 34 - в нижнюю полость. Быстрое движение поршня открывает клапан 34 отдачи, преодолевая повышенную жесткость его пружины 12, и масло перетекает в нижнюю полость цилиндра. Из-за наличия штока в верхней полости масла, перетекающего в нижнюю полость, оказывается недостаточно для ее заполнения, и в ней создается небольшое разрежение. Вследствие этого открывается впускной клапан 10 с пружиной 37 небольшой жесткости, и масло с малым сопротивлением входит в нижнюю полость из резервуара. Характеристика и сопротивление амортизатора отдаче определяются размерами отверстий 13, пазов клапана 34 и жесткостью пружины 12.

Сжатие амортизатора и движение его поршня вниз создают небольшое разрежение над поршнем, что может привести к подсосыванию воздуха через уплотнение штока. Пузырьки воздуха и паров масла в цилиндре амортизатора искажают его характеристику и нарушают нормальную работу. Чтобы предотвратить подсос воздуха в цилиндр, полость над поршнем сообщается с резервуаром через капиллярное отверстие 20 и полиэтиленовую трубку 31, по которой в цилиндр может всасываться масло. Если же в цилиндр попадают пузырьки воздуха и паров масла, то при отдаче амортизатора они через то же отверстие и трубку отводятся в резервуар и скапливаются в его верхней части, не влияя на характеристику амортизатора.

Поворотная стойка 7 имеет два конусных отверстия для посадки хвостовиков шаровых пальцев. К ее фланцу изнутри крепится поворотный рычаг, снаружи - кронштейн 13 тормозного суппорта и защитный кожух 15. На оси поворотной стойки установлены конические роликоподшипники 10, запрессованные в ступицу 41 и закрепленные гайкой со стопорной шайбой. Для подшипников в ступицу закладывается смазка, которая удерживается запрессованными сальником 12 и колпаком 9. Тормозной диск 14 привертывается к ступице двумя винтами в виде направляющих штифтов 8. На них устанавливается своим диском 6 колесо и вместе с тормозным диском крепится к ступице четырьмя болтами 11с конусными центрирующими поверхностями.

Передняя независимая подвеска легкового автомобиля ВАЗ-2110 с приводом на передние ведущие и управляемые колеса. Подвеска телескопическая с амортизаторными стойками и стабилизатором поперечной устойчивости.

Амортизаторная (телескопическая) стойка 5 соединена с поворотным кулаком 3 при помощи штампованного клеммового кронштейна 4. Верхний конец стойки 5 через резиновую опору 9 связан с кузовом. В опору вмонтирован подшипник 8, который обеспечивает вращение стойки при повороте управляемых колес. Нижний поперечный рычаг 1 соединен с

поворотным кулаком 3 шаровым шарниром 2, а с поперечиной кузова - резиновым шарниром. Стержень стабилизатора поперечной устойчивости крепится к нижнему рычагу 1 и кузову автомобиля с помощью резиновых опор. Концы стабилизатора одновременно выполняют функции растяжек, которые воспринимают продольные силы и их моменты, передаваемые от передних колес на кузов.

Телескопическая стойка 5 является одновременно гидравлическим амортизатором двустороннего действия. На ней установлены витая цилиндрическая пружина 6 и буфер сжатия 7, ограничивающий ход колеса вверх. Ход колеса вниз ограничивается гидравлическим буфером отдачи, который находится в амортизаторной стойке.

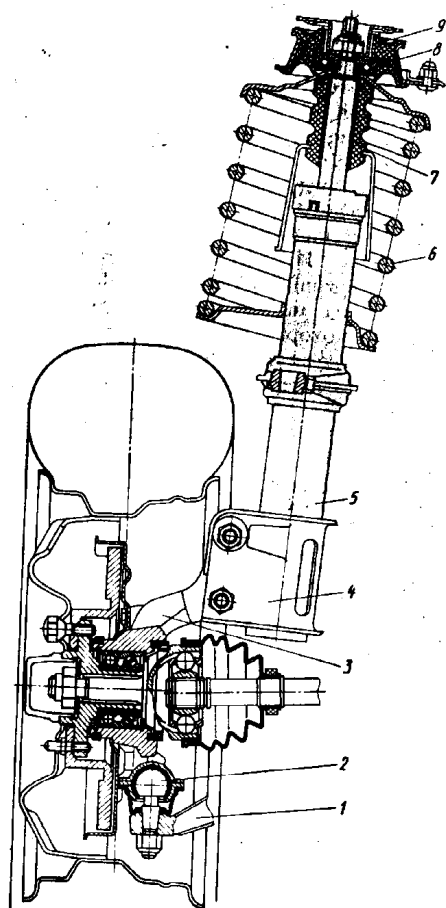


Рисунок 1.3 - Передняя подвеска автомобиля ВАЗ-2110

1.5 Обзор конструкций подвесок зарубежного производства

Рассмотрение аналогов показало, что один тип подвески на всех моделях одной фирмы не применяется. На автомобилях особо малого и малого

классов применяют простые подвески, на среднем классе и выше - многорычажные. Появилась тенденция: на новых моделях, где раньше использовались простые подвески, теперь устанавливают сложные многорычажные (подруливающие, эластокинематические) (Peugeot-406, Opel Vectra, Ford Focus), Благодаря такой подвеске автомобиль охотнее "заныривает" в поворот, повышается его устойчивость. Так, в скоростном вираже автомобиль с подруливающей подвеской срывается в скольжении позже, чем машина с подвеской традиционной. Недаром оснащенные "эластокинематикой" модели славятся своей управляемостью и отточенными манерами.

По своей сути многорычажная подвеска - независимая подвеска усложненной конструкции, где имеется больше двух рычагов. На некоторых дорогих моделях (например, BMW, "Jaguar", "Mercedes-Benz") число рычагов в подвесках достигает пяти. Такие сложные конструкции приближают движения колеса к идеалу: угодив на неровность, оно должно либо подниматься, либо опускаться строго по вертикали. Никаких сдвигов по оси автомобиля или изменения угла наклона, никаких воздействий на противоположное колесо.

Передние многорычажные подвески помогают наклонить колесо в сторону поворота. Эта мера повышает устойчивость на поворотах.

Благодаря многорычажным подвескам автомобиль сохраняет комфорт и превосходную управляемость даже на щербатой дороге и независимо от нагрузки.

Основной тип подвески, применяемый на автомобилях малого класса зависит от страны-производителя, которые можно разделить на 4 группы:

- Италия - продольные рычаги на подрамнике и пружина (монополия FIAT).
- Германия - связанные рычаги с бочкообразной пружиной.
- Япония - многорычажные.

- Франция - продольные рычаги на подрамнике с торсионом.
- Корея - разные типы подвесок (изготавливаются по лицензии).

Наибольшее распространение, как по фирмам, так и среди аналогов перспективного автомобиля класса С имеют многорычажные подвески. Но в основном это простые конструкции - 3-х рычажные схемы без подрамников. Далее следуют подвески на связанных рычагах и подвеска типа Mc Person. Эти подвески имеют стабильное распространение в своем классе и совершенствуются только технологически.

Основным упругим элементом является пружина. Регулируемые подвески являются исключением и поставляются, в основном, по заказу.

Полноприводные модификации имеют свой тип подвески, отличный от основной конструкции. Тип разный, диагональные рычаги, многорычажные, Mc Person.

Основной материал - сталь. Применение легких сплавов ограничено по экономическим соображениям (в основном используются на а/м класса D и выше)

Основным способом совершенствования подвесок, кроме многорычажных, является применение сложных шарниров и специальных опор.

Из многочисленного разнообразия типов и схем конструкций подвесок переднеприводных автомобилей, применяемых в мировом автомобилестроении, взяты наиболее распространенные и приемлемые для производства на ВАЗе типы подвесок для сравнительного анализа и оценки их положительных и отрицательных свойств и выбора приемлемых.

- Со связанными рычагами (ВАЗ 2108)
- Со связанными рычагами и бочкообразной пружиной (Opel Astra)
- Продольные рычаги на подрамнике (Fiat Tipo)
- Mc Person с подрамником (Ford Mondeo седан)
- Mc Person без подрамника (Toyota Corola)
- многорычажная подвеска на подрамнике (Alfa Romeo Shider)
- многорычажная подвеска без подрамника (Mitsubishi Carisma)

В анализе не рассматривается подвеска на продольных рычагах и с торсионом из-за неоптимальных кинематических характеристик для данного класса автомобилей, сложности и высокой нагруженности. Эта конструкция может быть рекомендована для автомобилей малого и особо малого класса.

Подвеска со связанными рычагами (ВАЗ 2108)

Имеет направляющий элемент - продольные рычаги из трубы, связанные между собой жесткой на изгиб и податливой на кручение поперечной V-образного открытого вперед профиля, расположенной между осью качания рычагов и осью колес. Рычаги в сборе болтами крепятся через резинометаллические шарниры и кронштейны к кузову.

Упругий элемент - цилиндрическая винтовая пружина, устанавливаемая над колесом на амортизаторе с опорой сверху на арку кузова через резиновую прокладку, внизу - на чашку, приваренную к амортизатору.

Гасящий элемент - гидравлический телескопический амортизатор с креплением нижней проушины болтом к продольному рычагу через резинометаллический шарнир и сверху - штыревым креплением через резиновые подушки к опоре пружины на арке колеса.

Преимущества:

- малая масса всей подвески и неподрессоренной ее части; малое количество деталей, конструктивно просты; имеется накопленный опыт производства; малое количество точек крепления к кузову;
- обеспечивается хорошая комфортабельность по плавности хода, устойчивость и управляемость.

Недостатки:

- неагрегируемая, невозможна автоматизация установки;
- уменьшает проем багажника из-за наличия пружин над колесом; имеет некоторые технологические и технические сложности в выполнении сварочных зазоров, необходима высокая культура производства;
- высокая нагруженность сварных швов;

- низкая ремонтпригодность;
- плохая шумо и виброизоляция;
- невозможность модификации 4WD.

Подвеска со связанными рычагами (Opel Astra)

Конструкция подвески имеет направляющий элемент листоштампованные, с разъемом в горизонтальной плоскости, сварные продольные рычаги, связаны между собой жесткой на изгиб и податливой на кручение поперечиной V-образного открытого вперед профиля, расположенного между осью качания рычагов и осью колес. Внутри поперечины устанавливается стабилизатор поперечной устойчивости с болтовым креплением к рычагам. Рычаги в сборе болтами крепятся через резинометаллические шарниры и кронштейны к кузову.

Упругий элемент - бочкообразная из прутко-переменного сечения пружина, устанавливаемая с передаточным числом, снизу - через резиновую прокладку - на опору приваренную к рычагам, сверху - через резиновую прокладку на опору, приваренную к лонжерону.

Гасящий элемент - гидравлический телескопический амортизатор, устанавливаемый с наклоном со штыревым креплением внизу через резиновые подушки к кронштейну на рычаге в зоне оси колес и вверху - через резинометаллический шарнир к кронштейну, приваренному к полу.

Преимущества:

- малая масса всей подвески и неподрессоренной ее части;
- малое количество деталей, конструктивно просты;
- малое количество точек крепления к кузову;
- обеспечивается хорошая комфортабельность по плавности хода, устойчивость и управляемость.

Недостатки:

- имеет некоторые технологические и технические сложности в выполнении сварочных швов, необходима высокая культура

производства;

- высоконагруженность сварных швов;
- низкая ремонтпригодность;
- неагрегируемая, невозможна автоматизация установки;
- плохая шумо и виброизоляция;
- высокий уровень напряжений в витках;
- невозможна модификация 4WD.

Продольные рычаги на подрамнике (Fiat Tipo)

Конструкция подвески имеет направляющий элемент - продольные литые рычаги, устанавливаемые на конических роликовых подшипниках на подрамнике и крепящиеся болтом-осью к лонжерону подрамника. Подрамник состоит из поперечной трубы с приваренными к ней листоштампованными П-образного профиля лонжеронами. Подрамник через резиновые опоры крепится к полу кузова в 4-х точках. На рычаги устанавливается стабилизатор.

Упругий элемент винтовая цилиндрическая пружина, устанавливаемая с передаточным числом, внизу на опору-чашку на рычаге и сверху через резиновую прокладку на лонжерон подрамника.

Гасящий элемент - гидравлический телескопический амортизатор, устанавливаемый с передаточным числом рядом с пружиной, с креплением через резинометаллические шарниры к рычагу внизу и кронштейну на лонжероне подрамника сверху.

Преимущества:

- малая масса неподрессоренной части;
- агрегируема;
- хорошая надежность и долговечность в эксплуатации;
- хорошая плавность хода и шумогашение.

Недостатки:

- увеличена общая масса;

- сложна конструктивно и дорогая в изготовлении;

Mc Person с подрамником (Ford Mondeo)

Конструкция подвески имеет направляющий элемент (на сторону) - амортизационную стойку, два поперечных и один продольный рычаг, крепящиеся через резинометаллические шарниры с одной стороны к кулаку, а с другой: продольный рычаг - к лонжерону кузова, поперечные рычаги - к трубчатому подрамнику, жестко прикрепленному на кузове.

Упругий элемент - цилиндрическая винтовая пружина, устанавливаемая соосно на стойке над колесом с опорой сверху - на арку кузова через резиновую прокладку, внизу - на чашку, приваренную к стойке.

Гасящий элемент - телескопическая стойка с креплением нижних проушин к кулаку болтами сверху - штыревым креплением через опору к арке колеса.

Стабилизатор шарнирно закреплен на подрамнике и соединен со стойками.

Преимущества:

- малая масса неподрессоренной части;
- простота конструкции;
- хорошая надежность и долговечность в эксплуатации;
- хорошая плавность хода;
- имеется накопленный опыт производства стоек.

Недостатки:

- сложность автоматизации установки;
- уменьшает проем багажника из-за выступа пружин за колесом;
- не оптимальное положение центра крена подвески;
- вопросы шума - и виброизоляции из-за наличия повышенного внутреннего трения в стойке.

Многорычажная подвеска (Mitsubishi Carisma)

Полностью агрегатированная подвеска имеет направляющий элемент - 4

поперечных кованых рычага крепящихся с одной стороны через шаровые шарниры к кулаку, а с другой через резинометаллические шарниры к литому алюминиевому подрамнику. Стабилизатор шарнирно закреплен на подрамнике и соединен с кулаками. Подрамник через резиновые опоры соединен с кузовом в 4-х точках.

Упругий элемент — винтовая цилиндрическая пружина, устанавливаемая нижнем рычаге, сверху — через резиновую прокладку опирается подрамник.

Гасящий элемент - гидравлический телескопический амортизатор, устанавливаемый вертикально, крепящийся через резинометаллические шарниры к нижнему рычагу и подрамнику.

Преимущества:

- малая масса неподрессоренной части;
- агрегируемая, простота установки на автомобиль;
- хорошая надежность и долговечность в эксплуатации;
- хорошая плавность хода;
- отличная шумо- и виброизоляция;
- отличная устойчивость и управляемость.

Недостатки:

- конструктивно сложна в изготовлении, большое число деталей и шарниров;
- громоздкая конструкция подвески;

1.6 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию подвески

В данном дипломном проекте модернизируется передняя подвеска переднеприводного легкового автомобиля 2-го класса.

Предлагается применить верхнюю сварную растяжку, которая жестко соединяет верхние части передних стоек и предотвращает взаимное перемещение стоек подвески во время движения.

Также предлагается установка усиленного стабилизатора поперечной устойчивости вместо штатного. Данный стабилизатор имеет увеличенных

диаметр прутка 20мм вместо 18мм.

Благодаря проведению данных мероприятий увеличивается угловая жесткость подвески автомобиля на $2,6 \times 10^3$ Н/м.

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.....	$V_{max} = 48,61$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 650$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,30$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,28$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,00$
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 ³	$\rho = 1,293$
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

$$G_A = G_o + G_n + G_b,$$

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (2.1)$$

$$G_{II} = G_{II} \cdot 5 = m_{II} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (2.2)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (2.3)$$

$$G_A = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н} \quad (2.4)$$

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

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

б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 185/65 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;

$B = 185$ – ширина профиля, мм;

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

$d = 355,6$ – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 185) \cdot 10^{-3} = 0,280 \text{ м}$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.8)$$

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.

$$U_0 = (0,280 \cdot 650) / (0,900 \cdot 48,61) = 4,160$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

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

где ψ_v - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

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

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

$$\psi_v = 0,012 \cdot (1 + 48,61^2 / 2000) = 0,026$$

$$N_v = (14838 \cdot 0,026 \cdot 48,61 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 48,61^3 / 2) / 0,91 = 69715 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (2.11)$$

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

$$N_{MAX} = 69715 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 70074 \text{ Вт}$$

Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно

определить по формуле Лейдермана:

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.12)$$

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

Определение значений крутящего момента производится по формуле:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (2.13)$$

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 - Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
1003	105	13,6	129,1
1400	147	19,6	133,7
1800	188	25,9	137,2
2200	230	32,2	139,6
2600	272	38,4	141,1
3000	314	44,4	141,5
3400	356	50,2	140,9
3800	398	55,4	139,2
4200	440	60,0	136,5
4600	482	63,9	132,7
5000	524	67,0	128,0
5400	565	69,1	122,1
5800	607	70,0	115,3
6200	649	69,7	107,4
6207	650	69,7	107,3

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (2.14)$$

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:

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (2.15)$$

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

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

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,28 = 0,306 \quad (2.16)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,306 \cdot 0,280 / (141,5 \cdot 0,91 \cdot 4,160) = 2,375$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (2.17)$$

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), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,280 / (141,5 \cdot 0,91 \cdot 4,160) = 2,737$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 2,700$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен:

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,700 / 0,900)^{1/4} = 1,316 \quad (2.18)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,700 / 1,316 = 2,052; \quad (2.19)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,052 / 1,316 = 1,559; \quad (2.20)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,559 / 1,316 = 1,184; \quad (2.21)$$

$$U_5 = 0,900. \quad (2.22)$$

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (2.23)$$

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице 2.2

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
1003	2,6	3,4	4,5	6,0	7,9
1400	3,7	4,8	6,3	8,3	11,0
1800	4,7	6,2	8,1	10,7	14,1
2200	5,7	7,6	9,9	13,1	17,2
2600	6,8	8,9	11,8	15,5	20,4
3000	7,8	10,3	13,6	17,9	23,5
м3400	8,9	11,7	15,4	20,2	26,6
3800	9,9	13,1	17,2	22,6	29,8
4200	11,0	14,4	19,0	25,0	32,9
4600	12,0	15,8	20,8	27,4	36,0
5000	13,1	17,2	22,6	29,8	39,2
5400	14,1	18,6	24,4	32,1	42,3
5800	15,1	19,9	26,2	34,5	45,4
6200	16,2	21,3	28,0	36,9	48,6
6207	16,2	21,3	28,1	36,9	48,6

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_k} \quad (2.24)$$

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице 2.3

Таблица 2.3 - Тяговый баланс

Обороты дв-ля, об/мин	Сила тяги на 1ой передаче, Н	Сила тяги на 2ой передаче, Н	Сила тяги на 3ей передаче, Н	Сила тяги на 4ой передаче, Н	Сила тяги на 5ой передаче, Н
1003	4714	3582	2722	2068	1571
1400	4879	3707	2817	2140	1626
1800	5007	3805	2891	2197	1669
2200	5098	3873	2943	2236	1699
2600	5150	3913	2973	2259	1717
3000	5165	3924	2982	2266	1722
3400	5142	3907	2969	2256	1714
3800	5081	3861	2933	2229	1694
4200	4982	3786	2876	2186	1661
4600	4845	3682	2798	2126	1615
5000	4671	3549	2697	2049	1557
5400	4459	3388	2574	1956	1486
5800	4209	3198	2430	1846	1403
6200	3921	2979	2264	1720	1307
6207	3915	2975	2260	1718	1305

2.1.8 Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху:

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (2.25)$$

Сила сопротивления качению:

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (2.26)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.27)$$

Полученные данные заносим в таблицу 2.4 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	178	178
5	10	180	190
10	39	187	226
15	87	198	285
20	155	214	369
25	242	234	476
30	349	258	607
35	475	287	762
40	621	321	941
45	785	358	1144
50	970	401	1370
55	1173	447	1621
60	1396	499	1895
65	1639	554	2193

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.28)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.29)$$

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 2.5 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
1003	0,318	0,241	0,183	0,138	0,104
1400	0,328	0,249	0,189	0,142	0,106
1800	0,337	0,255	0,193	0,145	0,107
2200	0,343	0,260	0,196	0,146	0,107
2600	0,346	0,262	0,197	0,146	0,105
3000	0,346	0,262	0,196	0,144	0,102
3400	0,344	0,260	0,194	0,141	0,097
3800	0,340	0,256	0,190	0,137	0,091
4200	0,333	0,250	0,184	0,131	0,084
4600	0,323	0,242	0,177	0,124	0,075
5000	0,310	0,231	0,168	0,115	0,065
5400	0,295	0,219	0,158	0,105	0,053
5800	0,278	0,205	0,146	0,093	0,041
6200	0,257	0,189	0,132	0,080	0,026
6207	0,257	0,189	0,132	0,080	0,026

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.30)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (2.31)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KП}^2), \quad (2.32)$$

где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$.

Таблица 2.6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
dBP	1,249	1,156	1,103	1,072	1,054

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с ²	Ускорение на 2ой передаче, м/с ²	Ускорение на 3ей передаче, м/с ²	Ускорение на 4ой передаче, м/с ²	Ускорение на 5ой передаче, м/с ²
1003	2,40	1,94	1,52	1,15	0,86
1400	2,49	2,01	1,57	1,19	0,87
1800	2,55	2,06	1,61	1,21	0,88
2200	2,60	2,10	1,63	1,22	0,87
2600	2,62	2,11	1,64	1,21	0,84
3000	2,62	2,11	1,63	1,19	0,80
3400	2,61	2,09	1,61	1,16	0,75
3800	2,57	2,06	1,57	1,11	0,69
4200	2,51	2,01	1,51	1,05	0,61
4600	2,43	1,94	1,45	0,98	0,51
5000	2,34	1,85	1,36	0,89	0,41
5400	2,22	1,74	1,27	0,79	0,29
5800	2,08	1,62	1,15	0,68	0,15
6200	1,92	1,48	1,03	0,55	0,00
6207	1,91	1,48	1,02	0,55	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, с ² /м	1/j на 2ой передаче, с ² /м	1/j на 3ей передаче, с ² /м	1/j на 4ой передаче, с ² /м	1/j на 5ой передаче, с ² /м
1003	0,42	0,51	0,66	0,87	1,17
1400	0,40	0,50	0,64	0,84	1,15
1800	0,39	0,48	0,62	0,83	1,14
2200	0,39	0,48	0,61	0,82	1,16
2600	0,38	0,47	0,61	0,82	1,19
3000	0,38	0,47	0,61	0,84	1,25
3400	0,38	0,48	0,62	0,86	1,33
3800	0,39	0,49	0,64	0,90	1,46
4200	0,40	0,50	0,66	0,95	1,65
4600	0,41	0,52	0,69	1,02	1,95
5000	0,43	0,54	0,73	1,12	2,46

Продолжение таблицы 2.8

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с ²	1/j на 2ой передаче, с ² /м	1/j на 3ей передаче, с ² /м	1/j на 4ой передаче, с ² /м	1/j на 5ой передаче, с ² /м
5400	0,45	0,57	0,79	1,26	3,50
5800	0,48	0,62	0,87	1,47	6,63
6200	0,52	0,68	0,98	1,82	370,36
6207	0,52	0,68	0,98	1,82	-30032,88

2.1.12 Время и путь разгона

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

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (2.33)$$

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:

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (2.34)$$

где k – порядковый номер интервала.

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

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (2.35)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (2.36)$$

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 2.9

Таблица 2.9 - Время разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Время, с
0-5	194	1,0
0-10	583	2,9
0-15	1017	5,1
0-20	1585	7,9
0-25	2305	11,5
0-30	3246	16,2
0-35	4438	22,2
0-40	5951	29,8
0-45	7854	39,3

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

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

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

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом :

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (2.37)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

$$\text{до скорости } V_1: S_1 = \Delta S_1, \quad (2.38)$$

$$\text{до скорости } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (2.39)$$

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (2.40)$$

Результаты расчёта заносятся в таблицу 2.10

Таблица 2.10 - Путь разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Путь, м
0-5	49	2
0-10	340	17
0-15	883	44
0-20	1876	94
0-25	3498	175
0-30	6085	304
0-35	9959	498
0-40	15632	782
0-45	23721	1186

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:

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.41)$$

где N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

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

Таблица 2.11 - Мощностной баланс

Обороты двигателя, об/мин	Мощность на колесе, кВт
1003	12,3
1400	17,8
1800	23,5
2200	29,3
2600	35,0
3000	40,4
3400	45,6
3800	50,4
4200	54,6
4600	58,2
5000	61,0
5400	62,9
5800	63,7
6200	63,5
6207	63,4

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	0,9	0,9
10	0,4	1,9	2,3
15	1,3	3,0	4,3
20	3,1	4,3	7,4
25	6,1	5,8	11,9
30	10,5	7,7	18,2
35	16,6	10,0	26,7
40	24,8	12,8	37,6
45	35,3	16,1	51,5
50	48,5	20,0	68,5
55	64,5	24,6	89,1
60	83,8	29,9	113,7
65	106,5	36,0	142,5

2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

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

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.42)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot H^2 - 1,728 \cdot H + 1,523 \quad (2.43)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (2.44)$$

$$H = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.45)$$

Результаты расчётов сводят в таблицу 2.13 и представляют в виде графика.

Таблица 2.13 - Путь расход топлива на высшей передаче

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	H	E	K_H	K_E	Q_s
1003	7,9	0,132	0,170	1,315	1,165	4,3
1400	11,0	0,145	0,237	1,297	1,128	4,7
1800	14,1	0,163	0,304	1,271	1,097	5,1
2200	17,2	0,188	0,372	1,239	1,070	5,7
2600	20,4	0,219	0,440	1,200	1,048	6,4
3000	23,5	0,256	0,507	1,156	1,031	7,1
3400	26,6	0,301	0,575	1,107	1,019	7,9
3800	29,8	0,355	0,643	1,055	1,012	8,7
4200	32,9	0,418	0,710	1,002	1,010	9,5
4600	36,0	0,493	0,778	0,951	1,012	10,4
5000	39,2	0,584	0,846	0,907	1,019	11,4
5400	42,3	0,694	0,913	0,879	1,031	12,6
5800	45,4	0,828	0,981	0,882	1,048	14,5

2.2 Расчет передней подвески автомобиля.

Анализ сил, действующих на элементы подвески от статической нагрузки

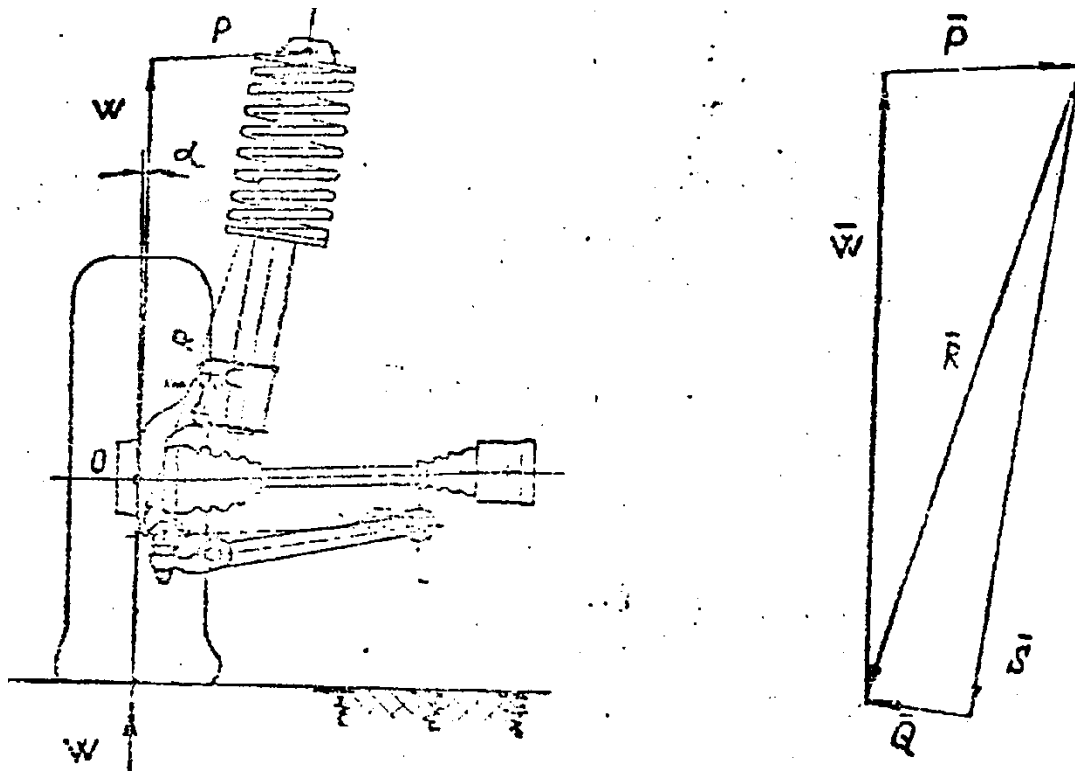


Рисунок 2.1 - Схема передней подвески. Векторная диаграмма сил

Вертикальная реакция от веса, приходящегося на передние колеса, за вычетом веса неподрессоренных масс, приложенная в центре пятна контакта колеса с дорогой (сила W), уравнивается двумя силами P и R : $W = P + R$, 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; R - в свою очередь может быть разложена на две силы S и Q : $R = S + Q$, где S - сила, действующая на стойку вдоль оси пружины, равная усилию сжатой пружины; Q - сила, действующая на шток стойки в центре верхней опоры стойки перпендикулярно оси пружины.

$$W = G/2 - q = 7271/2 - 45 = 3590,5\text{H} \quad (2.46)$$

где G_1 - вес, приходящийся на передние колеса полностью загруженного автомобиля, равный 7271 Н; q - вес неподрессоренных масс, принимаем равным 450 Н.

Из векторного уравнения $W=P+R=P+S+Q$ имеем: (2.47)

$$W=3590,5\text{Н}$$

$$P=1133,565\text{ Н}$$

$$R=38502975\text{ Н}$$

$$S=3691,005\text{Н}$$

$$Q=1096,02875\text{Н}$$

Принимаем собственную частоту колебаний поддрессоренных масс $n = 72$ кол./мин. = 1,2 Гц.

Необходимый статический прогиб подвески:

$$f_{ст.подв.} = \frac{300^2}{n^2} = 17,361\text{ см}$$

Требуемая приведенная жесткость подвески:

$$C_{подв.прив.} = \frac{W}{f_{ст.подв.}} = 209,32\text{ Н/см} \quad (2.48)$$

Мгновенная передаточная функция направляющего аппарата подвески в статике:

$$\mu = \frac{S}{W} = \frac{3691,005\text{Н}}{3634} = 1,0157 \quad (2.49)$$

Требуемая жесткость пружины:

$$C_{\text{пруж.}} = C_{\text{подв.прив.}} \times \mu^2 = 209,32 \times 1,0157^2 = 21594,4 \text{ Н/м}$$

Для расчета параметров пружины предварительно выберем передаточное число подвески, индекс пружины $\beta = D_{\text{ср}}/d$ и значение касательного напряжения исходя из предела прочности материала пружины (сталь 60С2Г).

$$\beta = 11; \quad \tau = 1000 \text{ МПа}; \quad i = 0.85$$

$$K = 1 + 1.5/\beta = 1.14 \tag{2.50}$$

Определим диаметр прутка пружины:

$$d = 1.6 \times \sqrt{\frac{C_{\text{пруж.}} \times f_{\text{ст.подв.}} \times \beta \times i \times K}{\tau}} \tag{2.51}$$

$$d = 1.6 \times \sqrt{\frac{21594,4 \times 0,17361 \times 11 \times 0,85 \times 1,14}{1000 \times 10^6}} = 0,0101 \text{ м} = 10,1 \text{ мм}$$

Определим средний диаметр пружины:

$$D_{\text{ср}} = d \times \beta = 10,1 \times 11 = 111,08 \text{ мм} \tag{2.52}$$

Определим число рабочих витков пружины:

$$Z = \frac{0.81 \times C_{\text{пруж.}} \times f_{\text{ст.подв.}}^2 \times G}{\tau^2 \times D \times d^2} \tag{2.53}$$

где G – модуль упругости второго рода;

$$G = 0,781 \cdot 10^5 \text{ Мпа};$$

$$Z = \frac{0,81 \times 21594,4 \times 0,17361^2 \times 7,81 \times 10^{10}}{(1000 \times 10^6)^2 \times 0,11108 \times 0,0101^2} = 3,64 \quad (2.54)$$

Примем число рабочих витков $n = 4$

Полное число витков - $n_1 = n + 1,5 = 5,5$

Внутренний диаметр пружины – $D_1 = 68 \text{ мм}$;

Длина пружины при статической нагрузке – $H_1 = 235 \text{ мм}$

Диаметр проволоки или прутка - $d = 10,1 \text{ мм}$

Средний диаметр пружины - $D_{cp} = 111,08 \text{ мм}$

Статический прогиб пружины:

$$f_{ст. пруж.} = \frac{8 \times n \times D_{cp}^3 \times P}{781000 \times d^4} = 61,2 \text{ мм} \quad (2.55)$$

Жесткость пружины:

$$C_{пруж} = \frac{G \times d_{np}^4}{8 \times n \times D_{cp}^3} = \frac{781000 \times 10,1^4}{8 \times 4 \times 111,08^3} = 28396,1 \text{ Н/м} \quad (2.56)$$

Длина пружины, сжатой до соприкосновения витков:

$$H_c = (n_1 + 1)d + 0,25n_1d + 0,05d = 121,79255 \text{ мм} \quad (2.57)$$

Принимаем $H_c = 122 \text{ мм}$

Из компоновки:

Динамический прогиб пружины:

$$f_{\text{дин.пруж.}} = 84 \text{ мм};$$

Длина пружины при динамической нагрузке:

$$H_2 = H_1 - f_{\text{дин.пруж.}} = 151 \text{ мм};$$

Суммарный межвитковый зазор при H_2 :

$$\sum \delta = H_2 - H_c = 29 \text{ мм}; \quad (2.58)$$

Межвитковый зазор при H_2 :

$$\delta = \frac{\sum \delta}{n} = 3.8 \text{ мм}; \quad (2.59)$$

Длина пружины в свободном состоянии:

$$H_0 = H_1 + f_{\text{ст.пруж.}} = 397.668 \text{ мм} \quad (2.60)$$

Принимаем $H_0 = 398 \text{ мм}$

Коэффициент формы пружины:

$$K = 1 + 1.5d/D_{\text{ср.}} = 1.158101$$

Касательные напряжения в пружине:

$$\tau_i = \frac{8 \times K \times D_{\text{ср.}}}{\pi \times d^3} \times P_i = 0.191111 \times P_i \text{ Н/мм}^2 \quad (2.61)$$

Статическая нагрузка:

$$(2.62)$$

$$P1 = \text{Спруж.}(H_0 - H1) = 3006 \text{ Н}$$

Касательные напряжения при P1:

$$\tau_1 = 574.5 \text{ Н/мм}^2$$

Динамическая нагрузка:

$$P2 = \text{Спруж.}(H_0 - H2) = 4555 \text{ Н} \quad (2.63)$$

Касательные напряжения при P2:

$$\tau_2 = 870.5 \text{ Н/мм}^2$$

Нагрузка на пружину, сжатую до соприкосновения витков:

$$P3 = \text{Спруж.}(H_0 - H_c) = 5090 \text{ Н} \quad (2.64)$$

Касательные напряжения при P3:

$$\tau_3 = 972,75 \text{ Н/мм}^2$$

Предел прочности для стали 60С2Г по ТУ 14-1-530-73: $\sigma_{\text{в}} = 1350 \text{ Н/мм}^2$

Условие работоспособности:

$$\frac{\tau_{\text{max}}}{\sigma_{\text{в}}} < 0,85$$

$$\frac{\tau_{\text{max}}}{\sigma_{\text{в}}} = \frac{972.75 \text{ Н / мм}^2}{1350 \text{ Н / мм}^2} = 0.72 < 0,85$$

Проверочный расчет на плавность хода.

Приведенная жесткость подвески:

$$\text{Сподв.прив.} = \text{Спруж.} / \mu^2 = 181,574 \text{ Н/см} \quad (2.65)$$

Статический прогиб подвески:

$$f_{\text{стат.подв.}} = W / \text{Сподв.прив.} = 20,014 \text{ см} \quad (2.66)$$

Собственная частота колебаний поддресоренных масс:

$$\Pi = \frac{300}{\sqrt{f_{\text{ст.подв.}}}} = 67,059 \text{ кол./мин.} = 1,118 \text{ Гц.} \quad (2.67)$$

Определение усилий, действующих на детали передней подвески в режиме торможения

При торможении автомобиля происходит перераспределение нагрузки на передние и задние колеса.

Величина дополнительной нагрузки на каждое из передних колес определяется по формуле:

$$W' = \frac{G_a \times j \times h_g}{2 \times 9.81 \times L}, \quad (2.68)$$

где G_a - полный вес автомобиля с грузом в кг, равный 1513 кг;

J - максимальное замедление при торможении в м/с^2 ; величина j достигает на современных автомобилях $j_{\text{max}} = 8 \dots 9 \text{ м/с}^2$; в расчете принимаем $j = 9 \text{ м/с}^2$

h_g - высота центра тяжести автомобиля в м;

ориентировочно принимаем $h_g = 0.55$ м.

L - база автомобиля в м; у нас L = 2.492 м.

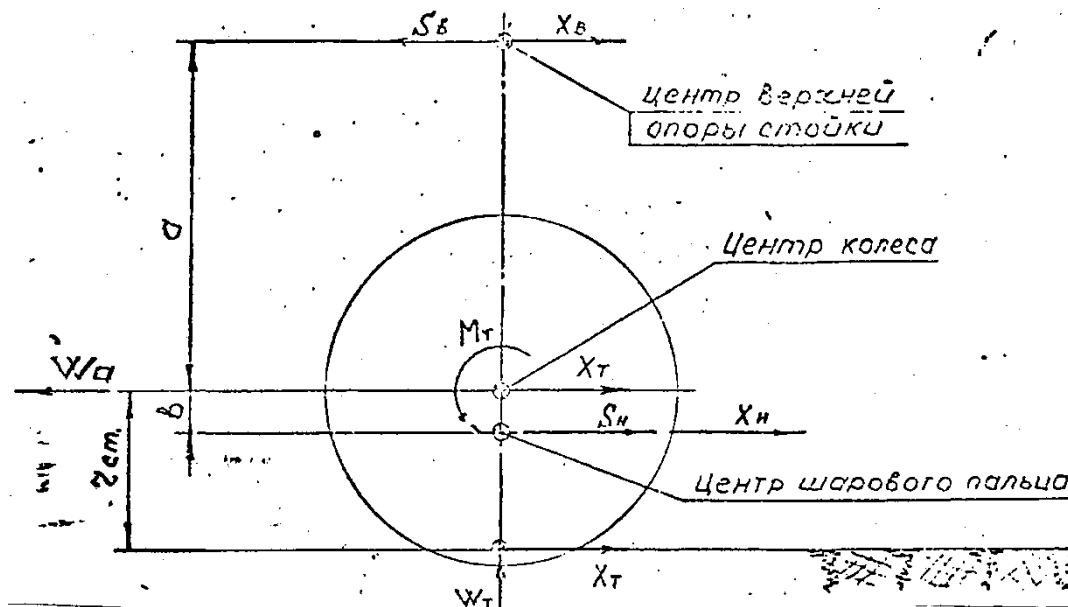


Рисунок 2.2 - Схема сил, действующих на подвеску автомобиля при торможении.

$$W' = \frac{1513 \times 9 \times 0.55}{2 \times 2.492} = 1503 \text{ Н}$$

Нагрузка на переднее колесо будет равна:

$$W_T = \frac{G_1}{2} + W' = \frac{7271}{2} + 1503 = 5586.75 \text{ Н} \quad (2.69)$$

Вертикальная реакция от W_T за вычетом веса неподрессоренных масс, приложенная в центре пятна контакта колеса с дорогой, сила W'' будет равна:

$$w'' = W_T - q = 5586.75 - 450 = 5136.75 \text{ Н} \quad (2.70)$$

В этом случае усилия, действующие на элементы подвески от вертикальной составляющей W'' , согласно векторной диаграмме будут равны:

$$W'' = 5136.75 \text{ Н}$$

$$P = 1603,62 \text{ Н}$$

$$R = 5442,43 \text{ Н}$$

$$S = 5217,33 \text{ Н}$$

$$Q = 1549,26 \text{ Н}$$

Сила торможения:

$$X_T = W_T \times \mu = 3910.725 \text{ Н} \quad (2.71)$$

где $\mu = 0.7$ - коэффициент сцепления колеса с дорогой.

Переносим силу X_T в вертикальном направлении в точку O , получим тормозной момент:

$$M_T = X_T \times r_k = 1016.8 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (2.72)$$

где r_k - радиус качения колеса в м, равный 0.26 м, и свободную силу X_T .

Усилия, действующие на элементы подвески от тормозного момента:

$$S_a = S_u = \frac{M_T}{a+b} = \frac{X_T \times r_k}{a+b} = 1627 \text{ Н} \quad (2.73)$$

где $a = 555 \text{ мм}$, $b = 70 \text{ мм}$.

Усилия от силы X_T :

$$X_b = \frac{X_T \times b}{a+b} = 438 \text{ Н} \quad (2.74)$$

$$X_H = \frac{X_T \times a}{a+b} = 3472.7 \text{ Н} \quad (2.75)$$

Результирующая сила, действующая на верхнюю опору стойки в продольной плоскости автомобиля:

$$Q_{np} = S_{\epsilon} - X_{\epsilon} = 1188.9 \text{ Н} \quad (2.76)$$

Результирующая сила, действующая на верхнюю опору стойки подвески в режиме торможения:

$$Q_{рез} = \sqrt{Q_{np}^2 + Q^2} = 1952.87 \text{ Н} \quad (2.77)$$

Шаровой палец нижнего рычага передней подвески нагружен в продольной плоскости автомобиля силой: (2.78)

$$S_H + X_H = 5099.7 \text{ Н}$$

Результирующая сила, действующая на нижний шаровой палец в режиме торможения:

$$P_{рез} = \sqrt{P^2 + (S_H + X_H)^2} = 7295.72 \text{ Н} \quad (2.79)$$

Определение усилий, действующих на детали подвески при заносе автомобиля

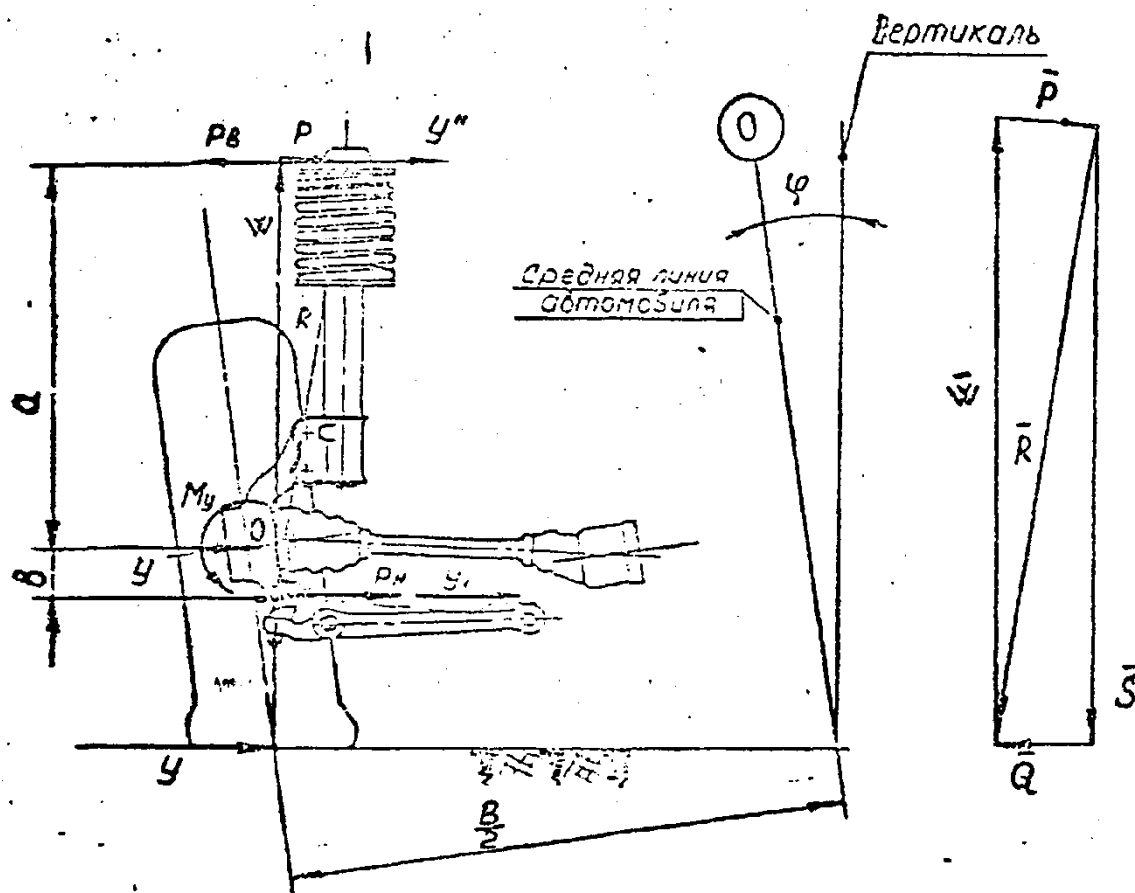


Рисунок 2.3 - Схема сил в передней подвеске при заносе. Векторная диаграмма сил

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

$$W = G_1 - q = 7271 - 450 = 6782 \text{ Н} \quad (2.80)$$

где G_1 - вес, приходящийся на переднюю ось, равный 7271 Н;
 q - вес неподрессоренных масс, приходящийся на одно колесо.

$$Y = W \times \mu = 5402 \text{ Н} \quad (2.81)$$

Боковую силу Y переносим в точку O с моментом:

$$M_y = Y * r_{кз}$$

где $r_{кз} = r_k \times \cos \varphi = 0.26 \times \cos 7^{\circ}44'' = 0.2576 \text{ м};$ (2.82)

$r_k = 0.274 \text{ м};$

φ - угол крена автомобиля находим по формуле:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{f_{сж. \max} + f_{отб. \max}}{B} = \frac{90 + 100}{1400} = 0.135714, \operatorname{arctg} \varphi = 7^{\circ}44';$$
 (2.83)

где $f_{сж. \max}$ - максимальный ход сжатия подвески, равный 90 мм;

$f_{отб. \max}$ - максимальный ход отбоя подвески, равный 100 мм;

B - колея передних колес, равная 1400 мм.

$$M_y = 1391.5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_s = P_H = \frac{M_y}{a + b} = 2502.8 \text{ Н}$$
 (2.84)

где $a = 0.491 \text{ м};$

$b = 0.065 \text{ м}.$

Усилия от боковой силы Y :

$$Y' = \frac{Y \times a}{a + b} = 4770 \text{ Н}$$
 (2.85)

$$Y'' = \frac{Y \times b}{a + b} = 631.5 \text{ Н}$$
 (2.86)

Усилие, действующее на нижний шаровой палец, от поперечной составляющей силы:

$$Y' + P_H = 7272.8 \text{ Н}$$
 (2.87)

где P_H - усилие, действующее на нижний шаровой палец;

Усилие P , действующее на нижний шаровой палец от вертикальной силы W , определяется из векторной диаграммы:

$$P = 2409,30 \text{ Н.}$$

Результирующая сила, действующая на нижний шаровой палец, от поперечной и вертикальной составляющих (Y и W), приложенных в пятне контакта, будут равна:

$$P_{рез} = Y' + P_H - P = 4863,5 \text{ Н} \quad (2.88)$$

(углом между линией действия сил Y' , P_H и P пренебрегаем ввиду его малости).

Расчет шарового пальца нижнего рычага передней подвески.

Расчет шарового пальца производим для случая наибольшего его нагружения, например при заносе автомобиля.

Сила, изгибающая палец: $P_{рез} = 4863,5 \text{ Н}$

$l = 24 \text{ мм}$ — расстояние от линии действия $P_{рез}$ до опасного сечения I-I;

$d = 15 \text{ мм}$ - диаметр пальца в этом сечении.

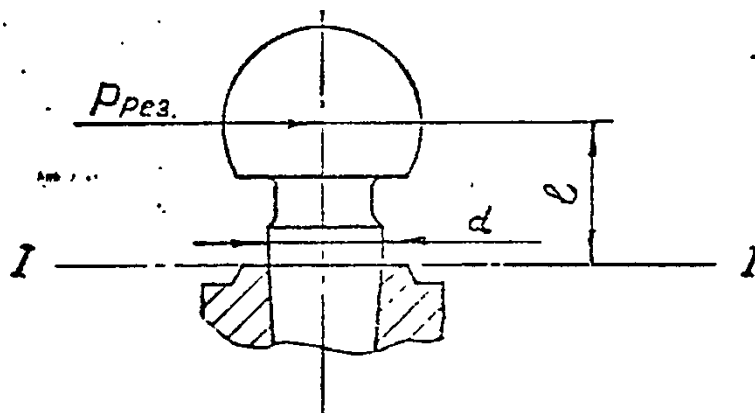


Рисунок 2.4 - Расчетная схема шарового пальца.

Напряжение изгиба пальца в сечении 1-1:

$$\sigma_{II} = \frac{M_{II}}{W_{II}} = \frac{P_{pez} \times l}{0.1 \times d^3} = 345,85 \text{ МПа} < \sigma_T = 850 \text{ МПа} \quad (2.89)$$

Напряжение среза пальца:

$$\sigma_{cp} = \frac{P_{pez}}{F_{cp}} = \frac{4863,5}{\frac{\pi \times 15^2}{4}} = 27,52, \text{ МПа} \quad (2.90)$$

Допустимое напряжение среза:

$$[\sigma_{cp}] = 0.3 \times \sigma_T = 0.3 \times 850 = 255 \text{ МПа} \quad (2.91)$$

Материал пальца:

Сталь 38ХГНМ, ТУ 14-1-535-73

$\sigma_{\sigma} = 900 \dots 1000 \text{ МПа}$

$\sigma_T = 850 \text{ МПа}$

Расчет стабилизатора поперечной устойчивости на прочность

Диаметр прутка 18 мм

Угловая жесткость стабилизатора определяется по формуле:

$$C_T = \frac{P}{2 \times f_c} = \frac{1}{\frac{l_T \times l^2}{G \times I_p} + \frac{2l_1^3}{3EI} + \frac{l_2^2(l_C - 2l_2)}{3EI}} \quad (2.92)$$

После преобразований:

$$C_T = \frac{3EI}{4l_T l^2 + 2l_1^2 + l_2^2(l_C - 2l_2)}, \quad (2.93)$$

где $2f_c$ - перемещение одного конца стабилизатора относительно другого;

$l_C = 1200 \text{ мм}; l_1 = 418.5 \text{ мм}; l_2 = 458.0 \text{ мм}; l_T = 840 \text{ мм}; l = 247.5 \text{ мм};$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = 5153 \text{ мм}^4$$

по компоновке: $2f_C = 148 \text{ мм}$;

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

$$C_T = \frac{3 \times 2 \times 10^5 \times 5153}{4 \times 840 \times 418.5^2 + 2 \times 458^2 + 247.5^2 (1200 - 2 \times 247.5)} = 4,89 \times 10^3 \text{ Н / м} \quad (2.94)$$

Найдем усилие P , приложенное к концам стабилизатора:

$$P = C_T \times 2f_C = 723,72 \text{ Н} \quad (2.95)$$

Наиболее опасным сечением будет сечение в точке 2.

$$M_{изг} = P \cdot l_C = 868,46 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.96)$$

Напряжение от изгиба:

$$\sigma = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} = \frac{M_{изг}}{\frac{\pi d^3}{32}} = 516,16 \text{ МПа} \quad (2.97)$$

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{Pl}{\frac{\pi d^3}{16}} = 90,3 \text{ МПа} \quad (2.98)$$

Приведенные напряжения по четвертой теории прочности:

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{516,16^2 + 3 \times 90,3^2} = 539,34 \text{ МПа} \quad (2.99)$$

Предел прочности для стали 60С2Г: $\sigma_{\sigma} = 1350$ Мпа. $\frac{\sigma_{np}}{\sigma_{\sigma}} = 0.399$

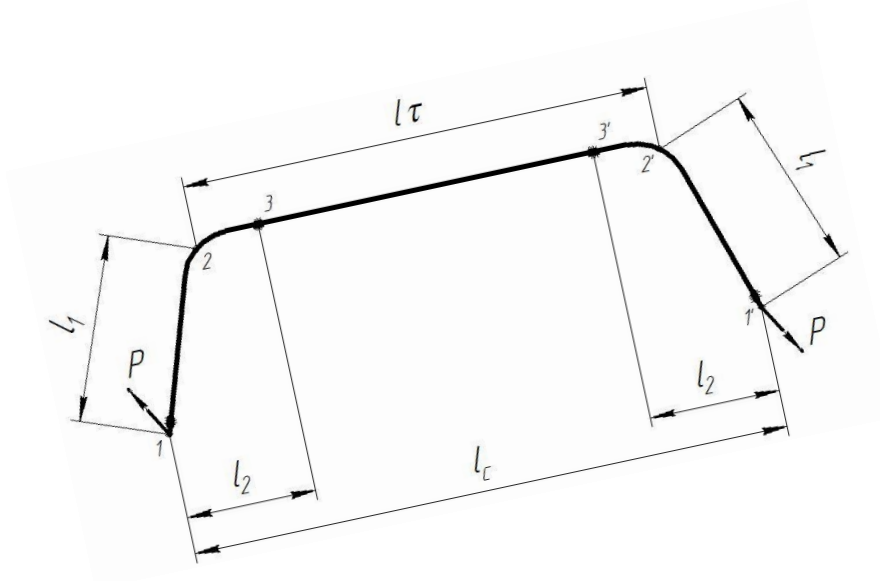


Рисунок 2. 5 - Схема сил действующих на стабилизатор

Расчет стабилизатора поперечной устойчивости на прочность

Диаметр прутка 20 мм

Угловая жесткость стабилизатора определяется по формуле:

$$C_T = \frac{P}{2 \times f_c} = \frac{1}{\frac{l_T \times l^2}{G \times I_p} + \frac{2l_1^3}{3EI} + \frac{l_2^2(l_C - 2l_2)}{3EI}}$$

После преобразований:

$$C_T = \frac{3EI}{4l_T l^2 + 2l_1^3 + l_2^2(l_C - 2l_2)}, \quad (2.100)$$

где $2f_c$ - перемещение одного конца стабилизатора относительно другого;

$l_C = 1200$ мм; $l_1 = 418.5$ мм; $l_2 = 458.0$ мм; $l_T = 840$ мм; $l = 247.5$ мм;

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = 7853.98 \text{ мм}^4 \quad (2.101)$$

по компоновке: $2f_C = 148 \text{ мм}$;

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

$$C_T = \frac{3 \times 2 \times 10^5 \times 7853.98}{4 \times 840 \times 418.5^2 + 2 \times 458^2 + 247.5^2 (1200 - 2 \times 247.5)} = 7,45 \times 10^3 \text{ Н / м}$$

Найдем усилие P , приложенное к концам стабилизатора:

$$P = C_T \times 2f_C = 1102,6 \text{ Н} \quad (2.102)$$

Наиболее опасным сечением будет сечение в точке 2.

$$M_{изг} = P \cdot l_C = 1323.12 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.103)$$

Напряжение от изгиба:

$$\sigma = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} = \frac{M_{изг}}{\frac{\pi d^3}{32}} = 1078.72 \text{ МПа} \quad (2.104)$$

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{Pl}{\frac{\pi d^3}{16}} = 188.1 \text{ МПа} \quad (2.105)$$

Приведенные напряжения по четвертой теории прочности:

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{1078.72^2 + 3 \times 188.1^2} = 1126.84 \text{ МПа} \quad (2.106)$$

Предел прочности для стали 60С2Г:

$$\sigma_{\epsilon} = 1350 \text{ МПа.} \quad \frac{\sigma_{np}}{\sigma_{\epsilon}} = 0.835$$

Расчет угловой жесткости передней подвески

Угловая жесткость подвески определяется по формуле:

$$C_{\text{пп}} = 2 * C_{\text{пруж.}} * d^2 + C_{\text{т}} \quad (2.107)$$

где $d = B/2 = 1400/2 = 700 \text{ мм.}$

B – колея передних колес;

Угловая жесткость подвески со стандартным стабилизатором:

$$C_{\text{пп}} = 2 * 28396,1 * 0,7^2 + 4890 = 32,7 * 10^3 \text{ Н/м} \quad (2.108)$$

Угловая жесткость подвески с новым стабилизатором:

$$C_{\text{пп}} = 2 * 28396,1 * 0,7^2 + 7450 = 35,3 * 10^3 \text{ Н/м} \quad (2.109)$$

$$C_{\text{пп}}/C_{\text{зп}} = 1,2$$

Угловая жесткость задней подвески:

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{пп}}/1,2 = 35,3 * 10^3 / 1,2 = 29,4 * 10^3 \text{ Н/м} \quad (2.110)$$

Общая угловая жесткость подвески автомобиля:

$$\Sigma C_{\phi} = C_{\text{пп}} + C_{\text{зп}} = 35,3 * 10^3 + 29,4 * 10^3 = 64,7 * 10^3 \text{ Н/м} \quad (2.111)$$

Угловая жесткость подвески автомобиля:

$$\Sigma C_{\varphi} = m_{\pi} * h_{\varphi} * (j_y / \varphi + g) \quad (2.112)$$

где m_{π} – подрессоренная масса автомобиля, кг;

h_{φ} – плечо крена (расстояние от центра масс до оси крена), м;

j_y – боковое ускорение автомобиля, м/с²

φ – допускаемый угол крена, рад;

g – ускорение свободного падения, м/с².

$$m_{\pi} = 1468 \text{ кг}$$

$$j_y = 4 \text{ м/с}^2$$

$$h_{\varphi} = B/2 = 1400/2 = 700 \text{ мм} = 0,7 \text{ м}. \quad (2.113)$$

B – колея передних колес;

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2$$

Допускаемый угол крена автомобиля после преобразований:

$$\varphi = \Sigma C_{\varphi} / m_{\pi} * h_{\varphi} * j_y - g / j_y \quad (2.114)$$

$$\varphi = 64,7 * 10^3 / 1468 * 0,7 * 4 - 9,81 / 4 = 3,2^{\circ} < 4^{\circ}$$

Вывод: из выше приведенных расчетов видно, что жесткость стабилизатора поперечной устойчивости стала выше, благодаря чему стала выше и угловая жесткость передней подвески. Значение расчетного угла крена автомобиля меньше допускаемого, т.е. соответствует требованиям стандартов.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Анализ технологичности конструкции изделия

В этой части дипломного проекта будет рассмотрен технологический процесс сборки передней подвески автомобиля ВАЗ-2170.

Выбор рациональной организации сборки во многом определяет эффективность всего производства изделий в машиностроении. Прежде всего исходят из основных требований предъявляемых к процессу сборки, экономии рабочего времени и средств, сокращения продолжительности цикла, рационального использования производственных площадей.

Общие требования к технологичности конструкции изделия:

- а) возможность узловой сборки, т.к. наличие в конструкции сборочных единиц, допускающих независимую сборку;
- б) возможность одновременного и независимого присоединения узлов к базовому элементу изделия;
- в) возможность механизации сборочных работ;
- г) инструментальная доступность;
- д) контропригодность;
- е) применение несложных сборочных приспособлений;
- ж) использование методов обеспечения точности.

3.2 Разработка технологической схемы сборки

Последовательность сборки зависит от конструкции собираемого изделия и степени дифференциации сборочных работ. Наиболее полное и наглядное представление о сборочных свойствах изделия, о его технологичности и возможностях организации процесса сборки дают схемы сборки изделия и установки при сборке. При этом изделие делят на группы, подгруппы и детали. Сборочная единица, непосредственно входящая в состав изделия, называется группой. Сборочная единица, входящие в изделие в составе группы, называется подгруппой. Если сборочная единица непосредственно входит в состав группы, то она называется подгруппой

первого порядка.

Сборочная единица, входящая непосредственно в подгруппу первого порядка, называется подгруппой второго порядка и т.п. Составные части изделия на схеме обозначают прямоугольником, разделенным на три части:

- 1) в верхней части вписывают наименование составной части;
- 2) в нижней левой части - номер составной части;
- 3) в нижней правой части - число составных частей.

Графическое изображение в виде условных обозначений последовательности сборки изделия или его составных частей называют схемой сборки изделия.

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

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

Последовательность сборочных операций определяют на основе схем сборки изделий и установки при сборке, соблюдая следующие требования: 1) предшествующие операции не должны затруднять выполнение последующих; 2) для поточной сборки разбивка процесса на операции должна осуществляться с учетом такта сборки; 3) после операций, содержащих регулирование или пригонку, а также после операций, при

выполнении которых может появиться брак, необходимо предусмотреть контрольные операции.

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

По механизации и автоматизации процесса сборки делится на ручную, механизированную, автоматизированную и автоматическую.

Абсолютными показателями технологического процесса сборки являются себестоимость и трудоемкость выполнения процесса сборки машины.

Эффективным средством уменьшения трудоемкости сборочных процессов является их механизация и автоматизация.

Значительное снижение трудоемкости сборки достигается применением в автоматизированных сборочных линиях различных транспортирующих устройств: бункеров, магазинов, разделителей потоков и др.

3.3 Составление перечня сборочных работ

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

Таблица 3.3 - Перечень сборочных работ

№ п/п	Содержание основных и вспомогательных работ	Время $t_{оп}$, мин.
1	2	3
1. Узловая сборка буфера хода сжатия с кожухом защитным		
1	Взять буфер хода сжатия, осмотреть его со всех сторон	0,07
2	Взять кожух защитный, осмотреть его со всех сторон	0,07
3	Установить кожух защитный на буфер хода сжатия	0,19
4	Переместить буфер хода сжатия с кожухом защитным в сборе на следующую операцию	0,07
ИТОГО:		0,4
2. Узловая сборка верхней опоры стойки с болтами крепления		
1	Взять корпус наружный, осмотреть со всех сторон	0,09
2	Установить корпус наружный в приспособление	0,21
3	Взять опору верхнюю, осмотреть со всех сторон	0,09
4	Взять корпус внутренний, осмотреть со всех сторон	0,16
5	Установить корпус внутренний	0,19
6	Взять прокладку, осмотреть со всех сторон	0,08
7	Установить прокладку	0,19
8	Установить опору верхнюю	0,19
9	Взять ограничитель стойки, осмотреть со всех сторон	0,08
10	Установить ограничитель стойки	0,19
11	Вставить болты М8, вставить шайбу 8, наживить гайку М8 самоконтрящуюся и затянуть	0,21
12	Передать верхнюю опору стойки с болтами крепления в сборе на следующую операцию	0,05
ИТОГО:		1,73
3. Узловая сборка верхней опоры стойки с болтами крепления		
1	Взять кулак поворотный в сборе, осмотреть его со всех сторон	0,11
2	Установить поворотный кулак в сборе в приспособление	0,19
3	Взять ступицу переднего колеса, осмотреть ее со всех сторон	0,09
4	Взять тормоз передний в сборе, осмотреть со всех сторон	0,11
5	Установить ступицу передней подвески	0,19
6	Установить тормоз передний в сборе	0,19
7	Передать тормоз передний с поворотным кулаком и ступицей в сборе на следующую операцию	0,11
ИТОГО:		0,99
4. Узловая сборка стойки телескопической передней подвески		
1	Взять с опоры-вертушки и установить на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев.	0,19

Продолжение таблицы 3.3

№ п/п	Содержание основных и вспомогательных работ	Время $t_{оп}$, мин.
2	Вытянуть шток стойки телескопической до отказа	0,17
3	Установить на стойку буфер хода сжатия с защитным кожухом в сборе	0,07
4	Установить на буфер хода сжатия ограничитель хода сжатия верхней опоры	0,04
5	Установить на опорную чашку стойки пружину передней подвески	0,19
6	Сжать пружину передней подвески	0,19
7	Установить на верхний виток пружины прокладку изолирующую передней подвески верхнюю	0,06
8	Установить на прокладку изолирующую чашку пружины передней подвески	0,06
9	Установить шарикоподшипник	0,06
10	Установить на шток стойки чашку пружины передней подвески верхнюю, опору стойки верхнюю с болтами в сборе	0,12
11	Закрепить опору стойки верхнюю гайкой М1 4*1.5, поддерживая спец ключом шток стойки от проворачивания	0,11
12	Затянуть гайку предельным ключом	0,11
13	Установить колпак защитный опоры стойки передней подвески	0,16
14	Отжать пружину стойки телескопической, вынуть стойку пр./лев. из приспособления	0,16
ИТОГО:		1,69
5. Сборка передней стойки с поворотным кулаком и тормозом		
1	Взять с опоры- вертушки и установить на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев. в сборе, уложив ее в ложемент на стенде	0,21
2	Установить на стенд тормоз передний с поворотным кулаком и ступицей в сборе, совмещая отверстия на кулаке с двумя отверстиями на стойке	0,21
3	Вставить в верхние отверстия: болт крепления шайбу, а в нижние отверстия: болт М1 2*1.25 и закрепить, не затягивая гайкой М1 2*1.25. Закрыть защитный кожух на защелку	0,12
4	Подвести упор стенда к пальцу шаровому передней подвески и зафиксировать.	0,12
5	Сориентировать три болта опоры верхней стойки с силовым механизмом стенда, нажав две кнопки; сжать пружину передней подвески силовым механизмом стенда до статического состояния.	0,18
6	Подвести индикаторы к плоскости диска переднего тормоза, вращением верхнего болта крепления отрегулировать угол развала $0^\circ \pm 15'$, выводя стрелку на нуль.	0,12
7	Закрепить гайку крепления окончательно.	0,08
8	Произвести дозатяжку гаек предельным ключом до 77.5...96.1 Н*м	0,07
9	Отвести индикаторы от плоскости диска.	0,07
10	Нажатием кнопки освободить пружину и отвести упор от шарового пальца	0,07
11	Протянуть через три кольца, расположенные на тормозных шлангах, провод тормозных накладок и надеть на контакт колодку. Одеть на контакт датчика износа тормозных накладок колодку. Соединить колодки. <i>Примечание:</i> касание	0,12

Продолжение таблицы 3.3

№ п/п	Содержание основных и вспомогательных работ	Время t_{on} , мин
	проводов о кронштейн не допускается.	
12	Установить уплотнитель шланга тормоза в гнездо на стойке	0,11
13	Проверить качество выполненных операций и поставить личное клеймо	0,11
14	Снять со стенда собранные стойки телескопические с поворотным кулаком и тормозом в сборе и установить на опору-вертушку.	0,09
ИТОГО:		1,68
Всего $\sum t_{on}$		6,49

Описание технологического процесса сборки

Рассматриваемый процесс характеризуется прежде всего установившемся объектом производства, что выявило отнесение его к массовому производству. При значительном объеме выпуска продукции это обеспечивает возможность закрепления операций за определенным оборудованием с расположением его в технологической последовательности (по потоку) и с широким применением специализированного оборудования, механизацией и автоматизацией производственных процессов при строгом соблюдении принципа взаимозаменяемости, обеспечивающего резкое сокращение времени, затрачиваемого на производство сборочных работ.

Высшей формой массового производства является производство непрерывным потоком, характеризуемое тем, что время выполнения каждой операции (технологической линии) равно или кратно времени по всему потоку, что позволяет производить обработку и сборку без заделов в строго определенные промежутки времени.

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

$$t = \frac{\Phi_0 \cdot 60}{T}, \text{ мин.}$$

где Φ_0 - действительный (расчетный) годовой фонд времени рабочего места, участка или цеха в часах;

T – годовая программа выпуска рабочего места, участка или цеха в штуках;

$$t = \frac{4015 \cdot 60}{70000} = 3,44 \text{ мин. (при двухсменной работе).}$$

Для выполнения операций, длительность которых не укладывается в установленный такт, используют дополнительное оборудование. При потоке передача с позиции на позицию (рабочее место) осуществляется непрерывно в принудительном порядке, что обеспечивает параллельное, одновременное выполнение всех операций на технологической линии.

Таблица 3.4 – Технологический процесс сборки

№ оп.	Название операции	№ и наименование технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время Тшт, мин
005	Сборка передней стойки с поворотным кулаком и тормозом	<p>Вставить в верхние отверстия: болт крепления шайбу, а в нижние отверстия: болт М1 2*1.25 и закрепить, не затягивая гайкой М1 2*1.25. Закреть защитный кожух на защелку</p> <p>Подвести упор стенда к пальцу шаровому передней подвески и зафиксировать.</p> <p>Сориентировать три болта опоры верхней стойки с силовым механизмом стенда, нажав две кнопки; сжать пружину передней подвески силовым механизмом стенда до статического состояния.</p> <p>Подвести индикаторы к плоскости диска переднего тормоза, вращением верхнего болта крепления отрегулировать угол развала $0^\circ \pm 15'$, выводя стрелку на нуль.</p> <p>Закрепить гайку крепления окончательно.</p> <p>Произвести дозатяжку гаек предельным ключом до 77.5...96.1 Н*м</p> <p>Отвести индикаторы от плоскости диска.</p> <p>Нажатием кнопки освободить пружину и отвести упор от шарового пальца</p> <p>Протянуть через три кольца,</p>	<p>Гайковерт пневматический модель 946334В9/35АТ;</p> <p>Головка 854-7816-0105 S = 19 мм ;</p> <p>Ключ специальный 7812-7256;</p> <p>Балансир Б2-5;</p> <p>Вставка трещоточная 02-7812-7192</p> <p>Молоток p = 0.5 кг</p>	1,68

Продолжение таблицы 3.4

№ оп.	Название операции	№ и наименование технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время Тшт, мин
		расположенные на тормозных шлангах, провод тормозных накладок и надеть на контакт колодку. Одеть на контакт датчика износа тормозных накладок колодку. Соединить колодки. Примечание: касание проводов о кронштейн не допускается. Установить уплотнитель шланга тормоза в гнездо на стойке Проверить качество выполненных операций и поставить личное клеймо Снять со стенда собранные стойки телескопические с поворотным кулаком и тормозом в сборе и установить на опору-вертушку.		
010	Узловая сборка буфера хода сжатия с кожухом защитным	Взять буфер хода сжатия, осмотреть его со всех сторон Взять кожух защитный, осмотреть его со всех сторон Установить кожух защитный на буфер хода сжатия Переместить буфер хода сжатия с кожухом защитным в сборе на следующую операцию	Ключ специальный 7812-7256; Балансир Б2-5; Вставка трещоточная 02-7812-7192 Молоток р = 0.5 кг	0,4
015	Узловая сборка верхней опоры стойки с болтами крепления	Установить корпус наружный в приспособление Установить корпус внутренний Взять прокладку, осмотреть со всех сторон Установить прокладку Установить опору верхнюю Установить ограничитель стойки Вставить болты М8, вставить шайбу 8, наживить гайку М8 самоконтрящуюся и затянуть Передать верхнюю опору стойки с болтами крепления в сборе на следующую операцию	Ключ предельный 02-7812-4003 Гайковерт пневматический модель 946334В9/35АТ; Головка 854-7816-0105 S = 19 мм ; Ключ специальный 7812-7256; Молоток р = 0.5 кг	1,73
020	Узловая сборка верхней опоры стойки с болтами крепления	Взять кулак поворотный в сборе, осмотреть его со всех сторон Установить поворотный кулак в сборе в приспособление Взять ступицу переднего колеса, осмотреть ее со всех сторон Взять тормоз передний в сборе, осмотреть со всех сторон	Ключ предельный 02-7812-4003 Гайковерт пневматический модель 946334В9/35АТ; Головка 854-7816-0105 S = 19 мм ; Ключ специальный	0,99

Продолжение таблицы 3.4

№ оп.	Название операции	№ и наименование технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время Тшт, мин
		Установить ступицу передней подвески Установить тормоз передний в сборе Передать тормоз передний с поворотным кулаком и ступицей в сборе на следующую операцию	7812-7256; Молоток р = 0.5 кг	
025	Узловая сборка стойки телескопической передней подвески	Взять с опоры-вертушки и установить на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев. Вытянуть шток стойки телескопической до отказа Установить на стойку буфер хода сжатия с защитным кожухом в сборе Установить на буфер хода сжатия ограничитель хода сжатия верхней опоры Установить на опорную чашку стойки пружину передней подвески Сжать пружину передней подвески Установить на верхний виток пружины прокладку изолирующую передней подвески верхнюю Установить на прокладку изолирующую чашку пружины передней подвески Установить шарикоподшипник Установить на шток стойки чашку пружины передней подвески верхнюю, опору стойки верхнюю с болтами в сборе Закрепить опору стойки верхнюю гайкой М1 4*1.5, поддерживая спец ключом шток стойки от проворачивания Затянуть гайку предельным ключом Установить колпак защитный опоры стойки передней подвески Отжечь пружину стойки телескопической, вынуть стойку пр./лев. из приспособления	Стенд для сборки стойки телескопической 614.801...802.452 Опора-вертушка 854-0859-5084 Спецключ для сборки стойки телескопической Ключ предельный 02-7812-4003 Гайковерт пневматический модель 946334В9/35АТ; Головка 854-7816-0105 S = 19 мм ; Ключ специальный 7812-7256; Балансир Б2-5; Вставка трещоточная 02-7812-7192 Молоток р = 0.5 кг	1,69

4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

4.1 Анализ влияния модернизации передней независимой подвески на управляемость, устойчивость, безопасность и плавность хода автомобиля

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.

В базовой конструкции автомобиля применяется независимая передняя подвеска с применением цилиндрической пружины. У данной 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.

4.1.1 Нормативные требования

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 (ГОСТ Р 52302-2004, 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 ГОСТ 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.

ГОСТ Р 52302-2004 «Управляемость и устойчивость ТС.

Методы испытаний» определены методы испытаний ТС для оценки ранее указанных характеристик.

Целью настоящего проекта стала модернизация передней подвески автомобиля ВАЗ-2170, а именно, предлагается применить верхнюю сварную растяжку, которая бы жестко соединяла верхние части передних стоек, которая предотвращала бы взаимное перемещение стоек подвески во время движения.

При установке данной растяжки на автомобиль:

- повышается точность управления автомобилем в повороте;
- повышается устойчивость автомобиля при движении по прямой;
- уменьшается деформация кузова при движении автомобиля на поворотах и по неровным дорогам, что значительно снижает вероятность появления усталостных трещин на кузове.

Также предлагается установка усиленного стабилизатора поперечной устойчивости в место штатного, который увеличивает угловую жесткость передней подвески.

Данный стабилизатор:

- имеет увеличенный диаметр прутка (20мм в место 18мм);
- обладает повышенной угловой жесткостью;
- уменьшает боковой крен автомобиля;

И все это достигается без каких либо серьезных изменений в стандартной компоновочной схеме передней подвески автомобиля. Данная модернизация позволяет решить ряд задач, важнейших на данный момент для потребителя: улучшение показателей устойчивости, управляемости, повышение.

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

Модернизация передней подвески в целом повышает боковую жесткость передней 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 ГОСТ Р 52302-2004.

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 используются 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 ± 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 4.1 - Характеристики участков дорог для проведения испытаний автомобилей.

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 передней независимой подвески автомобиля обеспечивает требуемую плавность хода. 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 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 Участок сборки стоек передней подвески

4.2.1 Описание участка

Участок по сборке стоек передней подвески располагается в закрытом помещении рабочей площадью : $F=A*B=24*12= 288$ (м²) (см. Рис. 4.1.).

Для запрессовки деталей используется пневматический пресс. Как инструменты для работы применяются: электрические отвертки BOSCH и пневматический гайковёрт.

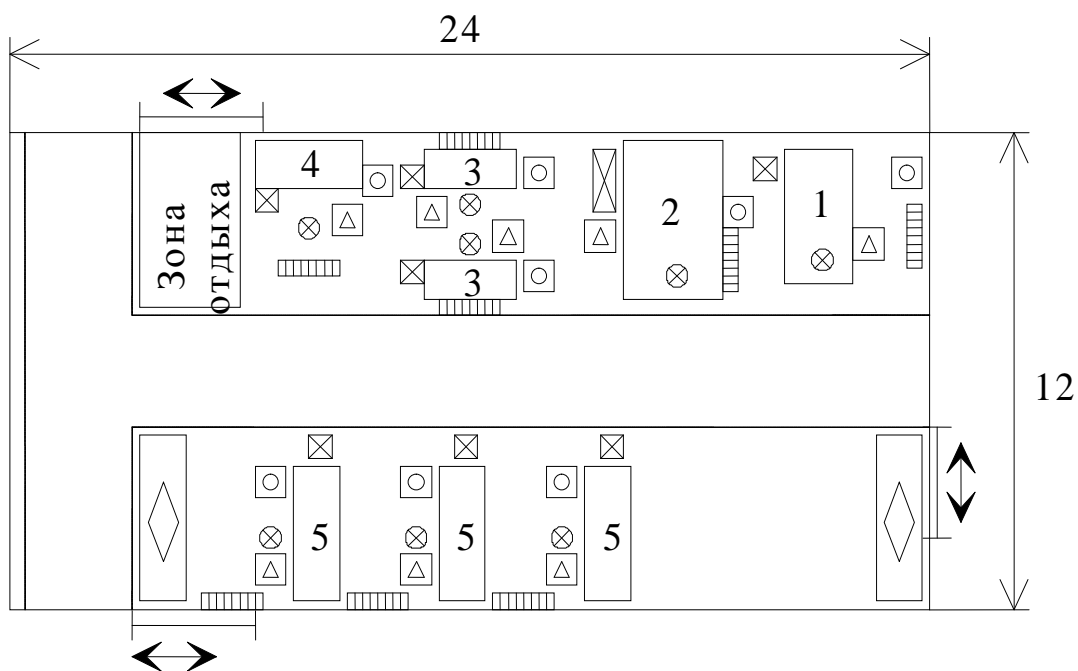


Рисунок 4.1 - Схема участка сборки

4.2.2 Перечень оборудования, установленного на участке сборки передней подвески

- - стеллаж заготовок
- ⊗ - стеллаж готовых изделий
- ▣ - тех. документация
- ⊗ - рабочее место
- △ - вспомогательный инвентарь
- ◇ - комплектующие с других участков

1- приспособление для сборки стойки телескопической контактная сварка 7201.007.042

2- сборка

3- контрольная

4- сборка окончательная

5- заключительный контроль

Таблица 4.2 – Оборудование установленное на участке сборки

№ позиции на эскизе участка, рабочего места	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1	Приспособление для сборки стойки телескопической	Монтаж пружины и упорного подшипника
2	Стеллаж, гаечные ключи, молоток, плоскогубцы	Крепление рычагов подвески
3	Измерительные инструменты	Оценка качества сборки, проверка на точность сборки и соответствия чертежам
4	Молоток, отвертка электрическая, пневмогайковерт	Соединение телескопической стойки с суппортом
5	Стенд для испытания на долговечность, ньютонметр, метр	Испытания на долговечность, плавность хода штока, проверка геометрии, сжатия и отбоя,

4.2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов при сборке передней подвески

Таблица 4.3 – Опасные и вредные производственные факторы

ОВПФ	Источники
1. Физические: - Движущиеся машины и механизмы;	Пресс пневматический.
- Подвижные части оборудования - Травмирование глаз и других частей тела; - Передвигающиеся изделия и заготовки; - Травмирование персонала при вылете обработанной детали или инструмента;	
- Повышенная запылённость воздуха рабочей зоны (от 20 мг/м ³);	Твердые частицы
- Повышенный уровень шума, вибраций (от 85 дБ);	Пневмогайковерт.
- Критические параметры микроклимата;	
- Недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока.	Люминесцентные лампы, светильники.
- Острые кромки, заусенцы, шероховатости оборудования, инструментов и заготовок.	Детали по сборке.
2. Химические: - Химические вещества;	Смазки.
3. Психофизиологические: Статические и динамические перегрузки; перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов; монотонность труда.	Физические перегрузки при установке, закреплении и съёме деталей.

4.2.4 Воздействие опасных и вредных производственных факторов на работающих

Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки при несоблюдении специальных мер защиты могут привести к переломам, ушибам, сотрясениям, ссадинам и т.д. различных органов и конечностей человека.

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

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

Параметры микроклимата

Влажность. Повышенная влажность (70%) в сочетании с пониженными температурами оказывает охлаждающее действие, в сочетании с высокими температурами – перегревающее действие.

Температура воздуха определяется количеством тепловыделений, источниками которых могут быть нагретые металлы. Согласно санитарным нормам данное помещение по избыткам тепловыделений, воздействующих

на изменение температуры воздуха относится к «горячим» с избытками теплоты более $23 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{с}$.

Влажность воздуха достигает 70 %. Движение воздуха не превышает 0,2 м/с.

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

Химические вещества. Токсические вещества проникают в организм человека через органы дыхания, пищеварительный тракт и через кожный покров. Токсические вещества, поступившие в воздух рабочего помещения, вдыхаются рабочими и поступают в лёгкие. Через них яды всасываются в кровь и разносятся по всему организму, после чего наступает отравление всех органов и тканей организма. В пищеварительный тракт яды проникают при заглатывании токсических веществ, осевших на слизистых оболочках рта. Далее яды кровью направляются в печень, где часть их обезвреживается, но большая часть разносится по всему организму. Через кожный покров проникают те яды, которые хорошо растворяются в жирах, например, бензол, тетраэтилсвинец. Часть ядов задерживается в печени, мышцах, селезёнке, костях и вызывает заболевания.

Перечень веществ, которые могут быть в воздухе рабочей зоны: бензин (100 мг/м^3) керосин в пересчете на углерод (300 мг/м^3), бензол (15 мг/м^3), тулуол (50 мг/м^3), ксилол (50 мг/м^3).

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

4.2.5 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

Организационно-технические мероприятия.

Мероприятия по защите человека от опасных и вредных производственных факторов могут быть следующими:

- 1) для предупреждения травматизма работающего персонала все движущиеся и вращающиеся части станка, механизмов и инструмента ограждаются,
- 2) для предупреждения травмирования глаз применяются смотровые защитные экраны, изготовленные из прозрачного материала,
- 3) для предупреждения поражения отлетающими частями применяются зажимные приспособления,
- 4) все станки имеют заземление,
- 5) шум и вибрация поддерживаются в пределах нормы с помощью применения в местах источников шума станка прокладочных материалов, а также с помощью виброгашения, основанного на принципе жесткого крепления оборудования и применение виброгасящих
- б) кроме технических мероприятий в цехе предусматриваются обеспечение персонала спецодеждой, спецобувью и другими индивидуальными средствами защиты (очки, рукавицы и т. д.)

Санитарно-гигиенические условия, необходимые для нормальной трудовой деятельности работающих, обеспечиваются системами отопления, освещения, вентиляции.

Освещение в производственных помещениях возможно от естественных и искусственных источников света. Оно необходимо для улучшения условий зрительной работы, снижения утомляемости, повышения производительности труда и улучшения качества выпускаемой продукции. В дневное время естественное освещение осуществляется через окна (верхние и боковые), в вечернее время – искусственное, при помощи люминесцентных ламп. Искусственное освещение выполняется системой общего освещения, а в некоторых местах – комбинированное.

Значительную роль в поддержании требуемых санитарно-гигиенических норм воздушной среды в рабочих помещениях отводится вентиляции и отоплению.

Комплексная система вентиляции включает в себя принудительную и естественную.

Естественная осуществляется через окна в крыше цеха. Принудительная вентиляция осуществляется посредством вытяжных и приточных установок, кондиционирования воздуха. Для отопления применяется система центрального водяного отопления.

Вентиляция. Для обеспечения чистоты воздуха и нормализации параметров микроклимата в производственных помещениях помимо местных отсасывающих устройств, обеспечивающих удаление вредных веществ из зоны резания (пыль, мелкая стружка и аэрозоли смазывающе-охлаждающих жидкостей (СОЖ)) предусмотрена приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции.

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

Средства индивидуальной защиты работающих.

Рабочие и служащие цехов и участков обработки резанием для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов должны быть обеспечены спецодеждой, специальной обувью и предохранительными приспособлениями.

Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ применяются дерматологические защитные средства (профилактические пасты, мази, кремы).

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

- Средства защиты рук от СОЖ – ГОСТ 12.4.068 – 79.
- Средства защиты глаз – защитные очки ГОСТ 12.4.003 – 80.

Средства индивидуальной защиты.

- Специальная одежда по ГОСТ 12.4.038 – 78.
- Специальная обувь для защиты от повышенных температур ГОСТ 12.4.050 – 78.
- Средства защиты рук – специальные рукавицы ГОСТ 12.4.010 – 78, защитные дерматологические средства ГОСТ 12.4.068 – 79.

Требования безопасности, предъявляемые к оборудованию

Основными требованиями охраны труда, предъявляемыми при проектировании машин и механизмов, являются безопасность для человека, надёжность и удобство эксплуатации. Требования безопасности определяются системой стандартов безопасности труда.

Безопасность производственного оборудования обеспечивается правильным выбором принципов его действия, конструктивных решений, рабочих тел, параметров рабочих процессов, использованием различных средств защиты. Последние, по возможности, должны вписываться в конструкцию машин и агрегатов. Средства защиты должны быть, как правило, многофункционального типа, т.е. решать несколько задач одновременно. Так, конструкции машин и механизмов, станин станков должны обеспечивать не только ограждение опасных элементов, но и снижение уровня их шума и вибрации; ограждение абразивного круга

заточного станка должно конструктивно совмещаться с системой местной вытяжной вентиляции.

Установки повышенной опасности должны быть выполнены с учётом специальных требований органов Госгортехнадзора РФ. При наличии у агрегатов электропривода последний должен быть выполнен в соответствии с Правилами устройства электрических установок; в случае использования рабочих тел под давлением, не равным атмосферному, а также при конструировании и эксплуатации грузоподъёмных машин должны соблюдаться требования Госгортехнадзора РФ. Должны предусматриваться средства защиты от электромагнитных и ионизирующих излучений, загрязнения атмосферы парами, газами, пылью, воздействия лучистого тепла и т.п.

Надёжность машин и механизмов определяется вероятностью нарушения нормальной работы оборудования. Такого рода нарушения могут явиться причиной аварий, травм. Большое значение в обеспечении надёжности имеет прочность машин и агрегатов. Конструкционная прочность определяется прочностными характеристиками как материала конструкции, так и его крепёжных соединений, а также условиями его эксплуатации (наличие смазочного материала, коррозия под действием окружающей среды, наличие чрезмерного изнашивания и т.д.).

Большое значение в обеспечении надёжности работы машин и механизмов имеет наличие необходимых контрольно-измерительных устройств и приборов автоматического управления и регулирования. При несрабатывании автоматики надёжность работы технологического оборудования определяется эффективностью действий обслуживающего персонала. Поэтому производственное оборудование и рабочее место оператора должны проектироваться с учётом физиологических и психологических возможностей человека и его антропометрических данных. Необходимо обеспечить возможность быстрого и правильного считывания

показаний контрольно-измерительных приборов и чёткого восприятия сигналов. Наличие большого числа органов управления и приборов вызывает повышенное утомление оператора. Органы управления должны быть надёжными, легкодоступными, хорошо различимыми и удобными в пользовании. Их располагают либо непосредственно на оборудовании, либо выносят на специальный пульт, удалённый от оборудования на некоторое расстояние.

Все виды технологического оборудования должны быть удобны для осмотра, смазывания, разборки, наладки, уборки, транспортировки, установки и управления ими в работе.

Степень утомляемости работающих на основных видах оборудования в цехах машиностроительных заводов обусловлена не только нервной и физической нагрузкой, но и психологическим воздействием окружающей обстановки, поэтому большое значение имеет выбор цвета внешних поверхностей оборудования и помещения.

Инструкция по охране труда для слесаря-механика сборочных работ

Требования безопасности перед началом работы:

1. Привести в порядок рабочую одежду, рукава одежды застегнуть у кистей рук, заправить одежду так, чтобы не было развешивающихся концов.
2. Спецодежда должна соответствовать нормам средств индивидуальной защиты.
3. При работе с применением СОЖ (масло, эмульсия и т.п.) обувь должна быть закрытой, руки смазаны защитным кремом или пастой, в зоне повышенного шума пользоваться «берушами».
4. Убедиться, что на рабочем месте чистота и порядок.
5. Ознакомиться с порученной работой, продумать порядок её выполнения, подготовить нужный инструмент и приспособления, рационально

разместить их на рабочем месте, пользоваться только тем инструментом и приспособлениями, которые указаны в технологической карте, хранить инструмент в полном порядке а точно определённом месте.

6. Проверить, что детали, поступившие для сборки на данный участок, на рабочем месте находятся в предусмотренных технологическим процессом контейнерах, на стеллажах или другой таре.
7. Проверить исправность пусковых устройств, ограждений и блокировок автоматических линий или станка.

Требования безопасности во время работы:

1. Приступая к выполнению подготовительных операций, проверить сборочные установки, электро - и пневмоинструмент на холостом ходу и убедиться в их исправности. Отрегулировать местное освещение станка так, чтобы рабочая зона была достаточно освещённая, но свет не слепил глаза.
2. При работе на сборочных прессах включение производить только кнопками или рычагами двуручного управления; не поправлять и не снимать деталь при движении штока главного цилиндра и не блокировать кнопки включения и концевые выключатели.
3. При работе с ударным инструментом (рубка металла, расчеканка, ручная запрессовка и др.) пользоваться защитными экранами или очками и принять меры, исключающие травмирование рядом работающих.
4. Не допускается:
 - Работа на сборочных прессах с неисправными или снятыми ограждениями;
 - Допуск посторонних лиц на своё рабочее место;
 - Работа при самопроизвольном включении оборудования, переключения его с наладочного на автоматический режим работы, а также принудительное механическое воздействие на электроклапаны (соленоиды), блокирующие устройства ограждений, конечные выключатели рабочих органов и т.п.

- Работа при неисправности сигнальных устройств на пульте управления, указывающих на включенное и выключенное положение линии;
 - Работа при незакрепленном или неправильном положении детали на рабочей позиции и транспорте;
 - Во время работы оборудования самопроизвольное опускание подъемников, транспортных устройств, механизмов поворота, накопителей штабелей, механических рук и т.п.;
 - Установка, крепление, снятие изделия и инструмента, замер деталей и выполнение других работ, не предусмотренных технологическим процессом, во время работы линии или станка.
5. При переходе через транспорт линии необходимо пользоваться транспортными мостиками.
 6. Обязательно остановить станок и выключить электропитание:
 - При уходе от линии или станка на короткое время (если не поручено обслуживание двух или несколько станков);
 - При временном прекращении работы;
 - При перерыве в подаче электроэнергии;
 - При уборке, смазке, чистке станков;
 - При обнаружении неисправности оборудования;
 - При подтягивании болтов, гаек и других соединительных деталей станка.
 7. Снимаемые с тележки детали укладывать устойчиво, на подготовленные для этого стеллажи, подставки, кассеты и контейнера, при этом перебрасывать их на расстоянии запрещается.

Требования безопасности после работы:

1. Убедиться в том, что оборудование полностью выключено.
2. Весь ручной инструмент разложить по своим местам.
3. Проверить, что смазывающе-охлаждающие жидкости находятся на своих местах и нигде нет протечки.
4. Снять и привести в порядок рабочую одежду.
5. Вымыть руки.

4.2.6 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте

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

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

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

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

4.2.7 Обеспечение электробезопасности

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

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

изолирующие защитные и предохранительные приспособления.

4.2.8 Инженерные расчёты по охране труда

Расчёт искусственной вентиляции. Для улавливания вредностей непосредственно в месте их образования применяется местная вытяжная вентиляция. На данном типе производства местная вытяжная вентиляция применяется в виде вытяжных зонтов.

Объём воздуха, удаляемого вытяжными шкафами, установленными непосредственно перед обрабатываемой деталью определяется по формуле:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V$$

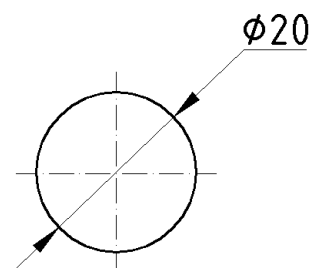
где F – площадь открытого проёма, м^2 ;

V – средняя скорость движения всасывания всасываемого воздуха в открытом проёме, м/с .

$$F = 0,03 \text{ м}^2$$

$$V = 1,5 \text{ м/с}$$

$$L = 3600 \cdot 0,03 \cdot 1,5 = 162 \text{ м}^3/\text{с}$$



Приточно-вытяжная общеобменная вентиляция предназначена для удаления ядовитых газов.

Объём приточного воздуха определяется по формуле:

$$L = K / (K_{\text{ух}} - K_{\text{пр}})$$

где K – количество поступающих в воздух вредных выделений, л/ч ;

$K_{\text{ух}}$ – концентрация газа воздуха, удаляемом из помещения, л/м^3 ;

$K_{\text{пр}}$ – концентрация газа в приточном воздухе, л/м^3 .

$$K = 45 \cdot 15 = 675 \text{ л/ч}$$

$$K_{ух} = 1 \text{ л/м}^3$$

$$K_{пр} = 0,6 \text{ л/м}^3$$

$$L = 675 / (1 - 0,6) = 1687,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчёт искусственного освещения.

Для расчёта общего освещения горизонтальной поверхности используют метод светового потока.

Количество светильников определим по формуле:

$$N = E \cdot S \cdot k \cdot z / \Phi \cdot \eta$$

где Φ – световой поток одной лампы, лм;

$E = 300$ – минимальная нормируемая освещённость, лк;

$S = 288$ – площадь помещения м^2 ;

$k = 1,5$ – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление, загрязнение;

$z = 1,5$ – отношение средней освещённости к минимальной;

N – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока.

$$N = 300 \cdot 288 \cdot 1,5 \cdot 1,5 / (4250 \cdot 4) \cdot 0,37 = 30$$

Применяем люминесцентные лампы ЛД 80-4 мощностью 80 Вт, световой поток равен 4250 лм, средняя продолжительность горения 10000 ч.

Индекс помещения:

$$I = b \cdot l / (h \cdot (b + l)) = 24 \cdot 12 / (2 \cdot (24 + 12)) = 4$$

где b – ширина помещения, м;

l – длина помещения, м;

h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Помещение сухое, марка светильника – ПВЛ-1, отражение от потолка – 30 %

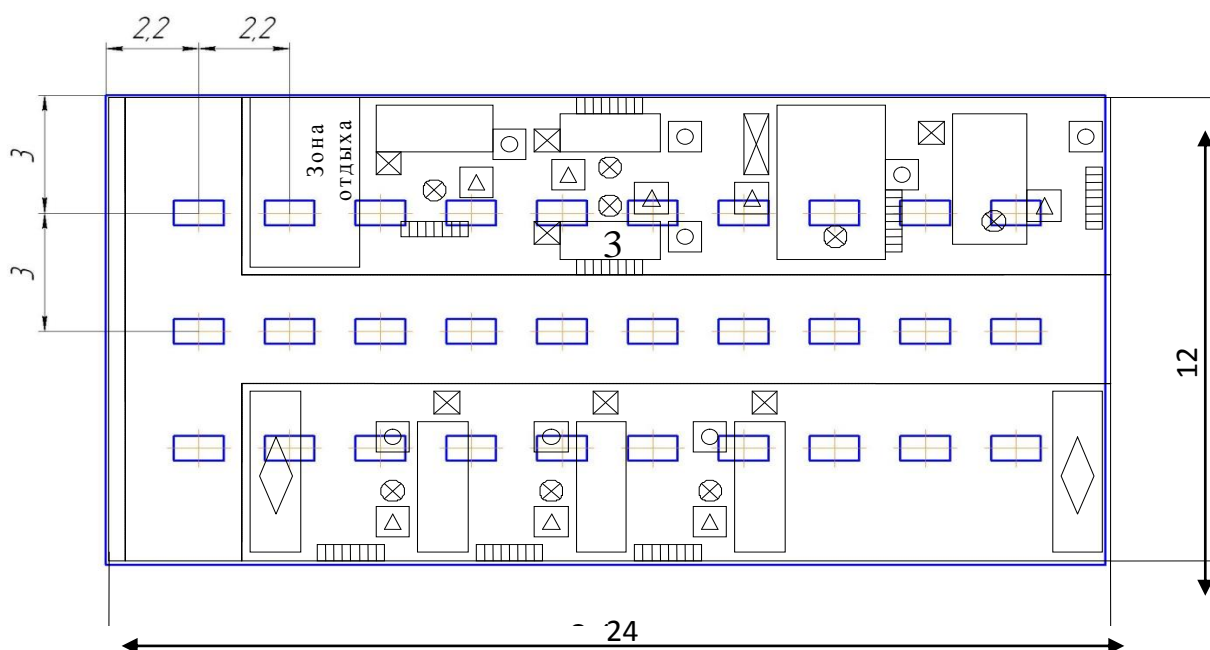


Рисунок 4.2 - Расположение светильников.

4.2.9 Экологическая экспертиза объекта

На участках изготовления деталей и сборки передней подвески автомобиля в целях защиты людей администрация предприятий должна принимать меры к тому, чтобы соблюдались предельно допустимые концентрации вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.

Для защиты атмосферы на предприятиях имеются установки для очистки воздуха. Для этого применяют аппараты:

- обеспыливающие механические устройства, в которых пыль отделяется под действием сил тяжести, инерции или центробежной силы;
- на предприятии также образуются стоки хозяйственно-бытовых, ливневых вод. Хозяйственно-бытовые стоки направляются в канализацию и там проходят утилизацию на специальных предприятиях. Все другие виды стоков очищаются на специальных

сооружениях предприятия. Первой стадией является механическая очистка – отстой, рассчитанная на удаление взвесей и дисперсно-коллоидных частиц. По окончании отстоя с поверхности воды собирают и удаляют нефтепродукты.

Для очистных сооружений ливнестоков применяют железобетонные очистные сооружения, состоящие из песколовки, отстойника, фильтра, устройства механизации удаления нефтепродуктов и осадка.

Эффективность работы пыле- и газоулавливающих сооружений проверяют путём отбора проб выбрасываемого из них воздуха и их лабораторного анализа, результаты которого сравнивают с нормативами предельно допустимых выбросов (ПДВ), утверждёнными региональной инспекцией Государственного комитета по гидрометеорологии и контролю природной среды и местной санитарно-эпидемиологической станцией Минздрава России.

4.2.10 Защита работающих в чрезвычайных и аварийных ситуациях

На участках изготовления деталей и сборки передней подвески автомобиля при возникновении аварийной ситуации необходимо выключить оборудование, используя аварийный выключатель, например:

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

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

4.2.11 Эвакуация работающих в чрезвычайных и аварийных ситуациях

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

Заключение

Внедрив разработанные меры безопасности и спроектировав помещение в соответствии с проведенными расчетами, можно быть уверенным, что выполненный проектный участок сборки передней подвески соответствует нормативным требованиям по проекту безопасности и экологичности.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время техническая политика автомобильных фирм направлена на создание модельных рядов и семейств внутри них.

Верхнюю ступеньку практически любого современного семейства автомобилей занимает спортивная модификация с повышенными скоростными и динамическими качествами. Эти же автомобили являются базовыми моделями для создания спортивных модификация, участвующих в международных соревнованиях.

Делается это в первую очередь и для более полного удовлетворения запросов потребителя и заполнения всех, возможных ниш автомобильного рынка.

В данном дипломном проекте предлагается применить верхнюю сварную растяжку, которая бы жестко соединяла верхние части передних стоек, которая предотвращала бы взаимное перемещение стоек подвески во время движения, а также предлагается установка усиленного стабилизатора поперечной устойчивости в место штатного, который увеличивает угловую жесткость передней подвески.

Данный стабилизатор:

- имеет увеличенный диаметр прутка (20мм в место 18мм);
- обладает повышенной угловой жесткостью;
- уменьшает боковой крен автомобиля;

Достигнутые преимущества по сравнению с базовым вариантом:

- повышается точность управления автомобилем в повороте;
- повышается устойчивость автомобиля при движении по прямой;
- уменьшается боковой крен автомобиля;
- уменьшается деформация кузова при движении автомобиля на

поворотах и по неровным дорогам, что значительно снижает вероятность появления усталостных трещин на кузове.

5.1 Расчет себестоимости проектной конструкции передней подвески

Исходные данные для расчета были получены на ОАО «АвтоВАЗ» в ходе преддипломной практики. Занесем эти данные в таблицу 5.1

Таблица 5.1 - Расчёт себестоимости проектируемого узла

№ п/п		Обозначение	Ед. изм.	Значение
1	2	3	4	5
1	Годовая программа выпуска изделия	Угод.	Шт.	70000
2	Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	Ксв.	%	30
3	Коэффициент общезаводских расходов.	Еобзав.	%	215
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	Еком.	%	5
5	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	Еобор.	%	194
6	Коэффициенты транспортно-заготовительных расходов	Ктзр.	%	1.45
7	Коэффициент цеховых расходов	Ецех	%	183
8	Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	Еинстр.	%	3
9	Коэффициент рентабельности и плановых Накоплений	Крент.	%	30
10	Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	Квып.	%	12
11	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	Кпрем.	%	23

Продолжение таблицы 5.1

№ п/п		Обозначение	Ед. изм.	Значение
12	Коэффициент возвратных отходов	Кво	%	1
13	Часовая тарифная ставка 3-го разряда	Ср3	руб.	57,26
14	Часовая тарифная ставка 4-го разряда	Ср4	руб.	61,14
15	Часовая тарифная ставка 5-го разряда	Ср5	руб.	68,57
16	Коэффициент капиталообразующих инвестиций	Кинв	%	0,083

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

$$M := Ц_m \cdot Q_m \cdot \left(1 + \frac{K_{тзр}}{100} - \frac{K_{вот}}{100} \right)$$

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, %;

Таблица 5.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

№п.п.	Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
1	Сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71	кг	52,41	2,2	115,302
	Сталь ШХ4 ГОСТ 801-78	кг	68,2	1,5	102,3
	Итого:				217,60
	Ктз		1,45		3,16
	Квот		1		2,18
	Всего				222,93

Таблица 5.3 - Расчет затрат на электроэнергию и газ.

№п.п.	Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
1	Электричество	Квт.ч	2,73	1,6	4,37
2	Газ	м3	1,35	0,6	0,81
	Итого:				5,18
	Ктз		1,45		0,08
	Квот		1		0,05
	Всего				5,30

$$M := 229.53 + 5.30 \quad M = 228.23$$

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

$$Pi := Ci \cdot ni \cdot \left(1 + \frac{Ktzp}{100} \right)$$

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

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

Таблица 5.3 - Расчет затрат на покупные изделия

№п.п.	Наименование изделия	Цена,руб.	Кол-во,шт.	Сумма, руб.
1	Гидравлическая амортизаторная стойка в сборе	1650	1	1650,00
2	Винтовая цилиндрическая пружина	1030	1	1030,00
3	Поперечный рычаг	165	2	330,00
4	Стабилизатор поперечной устойчивости	258	1	258,00
	Итого			3268,00
	Ктз		1,45	47,39
	Всего			3315,39

$$Pi := 3315.39$$

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,%.

Таблица 5.4 - Расчет затрат на выполнение операций

п.п.	Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
	Заготовительный	3	0,138	57,26	7,90
	Токарные	4	0,119	61,14	7,28
	Сварочные	4	0,123	61,14	7,52
	Сборочные	4	0,110	61,14	6,73
	Контрольно-	5	0,189	68,57	12,96
	Итого				42,38
	Премияльные			23	9,75
	Основная з/п				52,13

$$Z_o := 52.13$$

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

$$K_{\text{вып}} := 0.12$$

$$Z_{\text{доп}} := Z_o \cdot K_{\text{вып}}$$

$$Z_{\text{доп}} = 52.13 \cdot 0.12 = 6.26$$

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

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

$$K_{\text{св}} := 0.30$$

$$C_{\text{соц.н}} := (Z_0 + Z_{\text{доп}}) \cdot K_{\text{св}}$$

$$C_{\text{соц.н}} = (52.13 + 6.26) \cdot 0.30 = 17.52$$

где $K_{\text{св}}$ - страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС, %;

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

$$E_{\text{обор}} := 1.94$$

$$C_{\text{сод.обор}} := Z_0 \cdot E_{\text{обор}}$$

$$C_{\text{сод.обор}} = 52.13 \cdot 1.94 = 101.13$$

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

Расчет статьи затрат "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{цех}} := 1.83$$

$$C_{\text{цех}} := Z_0 \cdot E_{\text{цех}}$$

$$C_{\text{цех}} = 52.13 \cdot 1.83 = 95.4$$

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

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

$$E_{\text{инстр}} := 0.03$$

$$C_{\text{инстр}} := Z_0 \cdot E_{\text{инстр}}$$

$$C_{\text{инстр}} = 52.13 \cdot 0.03 = 1.56$$

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

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{цех.с.с.} := M + \Pi + Z_0 + C_{соц.н} + Z_{доп} + C_{сод.обор} + C_{цех} + C_{инстр}$$

$$C_{цех.с.с.} = 228.23 + 3315.39 + 52.13 + 17.52 + 6.26 + 101.13 + 95.4 + 1.56 = 3817.62$$

Расчет статьи затрат "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{об.завод} := 2.15$$

$$C_{об.завод} := Z_0 \cdot E_{об.завод}$$

$$C_{об.завод} = 52.13 \cdot 2.15 = 112.08$$

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

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

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

$$C_{об.зав.с.с.} = 112.08 + 3817.62 = 3929.69$$

Расчет статьи затрат "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{ком} := 0.05$$

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

$$C_{ком} = 3929.69 \cdot 0.05 = 196.48$$

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

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{пол.пр.} := C_{об.зав.с.с.} + C_{ком}$$

$$C_{пол.пр.} = 3929.69 + 196.48 = 4126.18$$

Расчет отпускной цены для проектируемой конструкции выполняется по формуле:

$$\text{Крент} := 0.30$$

$$\text{Спол.пр} := 4126.18$$

$$\text{Цотп.пр.} := \text{Спол.пр} \cdot (1 + \text{Крент})$$

$$\text{Цотп.пр.} := 5364.03$$

где Крент - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %;

Таблица 5.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции.

№п.п	Наименование показателей	Обознач.	Затр.на ед.изд.(база)	Затр.на
1	Стоимость основных	М	217,20	228,23
2	Стоимость комплектующих	Пи	3291,04	3315,39
3	Осн.зараб.плата	Зо	51,20	52,13
4	Доп.зар.плата произв.рабочих	Здоп	6,14	6,26
5	Отчисления в соц.фонды	Ссоц.н.	17,20	17,52
6	Расходы на сод.и	Ссод.обор	99,33	101,13
7	Цеховый расходы	Сце	93,70	95,40
8	Расходы на инст.и оснастку	Синстр	1,54	1,56
9	Цеховая себестоимость	Сцех.с.с.	3777,35	3817,62
10	Общезаводские расходы	Собщ.зав	110,08	112,08
11	Общезаводская	Собщ	3887,43	3929,69
12	Коммерческие расходы	Ском	194,37	196,48
13	Полная себестоимость	Сполн	4081,80	4126,18
14	Отпускная цена	Цотп	5364,03	5364,03

5.2 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$\text{Зперемуд} := \text{М} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здоп} + \text{С}_{\text{соц.н}}$$

$$\text{Зперемуд} := 228.23 + 3315.39 + 52.13 + 6.26 + 17.52 = 3619.52$$

на годовую программу выпуска:

$$\text{Зперем} := \text{Зперемуд} \cdot \text{V}_{\text{год}} \quad \text{V}_{\text{год}} := 70000$$

$$\text{Зперем} := 3619.52 \cdot 70000 = 253366489.6$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. :

$$\text{Ам.уд} = \frac{(\text{Ссод.оборот} + \text{Синстр}) \cdot \text{НА}}{100}$$

где НА - доля амортизационных отчислений, %;

$$\text{НА} := 7$$

$$\text{Ам.уд.} = ((101.13 + 1.56) * 7) / 100 = 7.19$$

$$\text{Зпостуд} = ((\text{Ссод.оборот} + \text{Синстр}) * (100 - \text{НА})) / 100 + \text{Сцех} + \text{Соб.завод} + \text{Ском} + \text{Ам.уд}$$

$$\text{Зпостуд} = ((101.13 + 1.56) * (100 - 7)) / 100 + 95.4 + 112.08 + 196.48 + 7.19 = 506.66$$

на годовую программу выпуска:

$$\text{Зпост} := \text{Зпостуд} \cdot V_{\text{год}}$$

$$\text{Зпост} = 506.66 * 70000 = 35466076.73$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

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

$$\text{Спол.г.} = 4126.18 * 70000 = 288832566.33$$

Расчет выручки от реализации изделия:

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

$$\text{Выручка} = 5364.03 * 70000 = 375482336.23$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж} := \text{Выручка} - \text{Зперем}$$

$$\text{Дмарж} = 375482336.23 - 253366489.6 = 122115846.63$$

Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит} := \frac{\text{Зпост}}{\text{Цотп.пр} - \text{Зперемуд}}$$

$$\text{Акрит} = 35466076.73 / (5364.03 - 3619.52) = 20330.08 \sim 20335$$

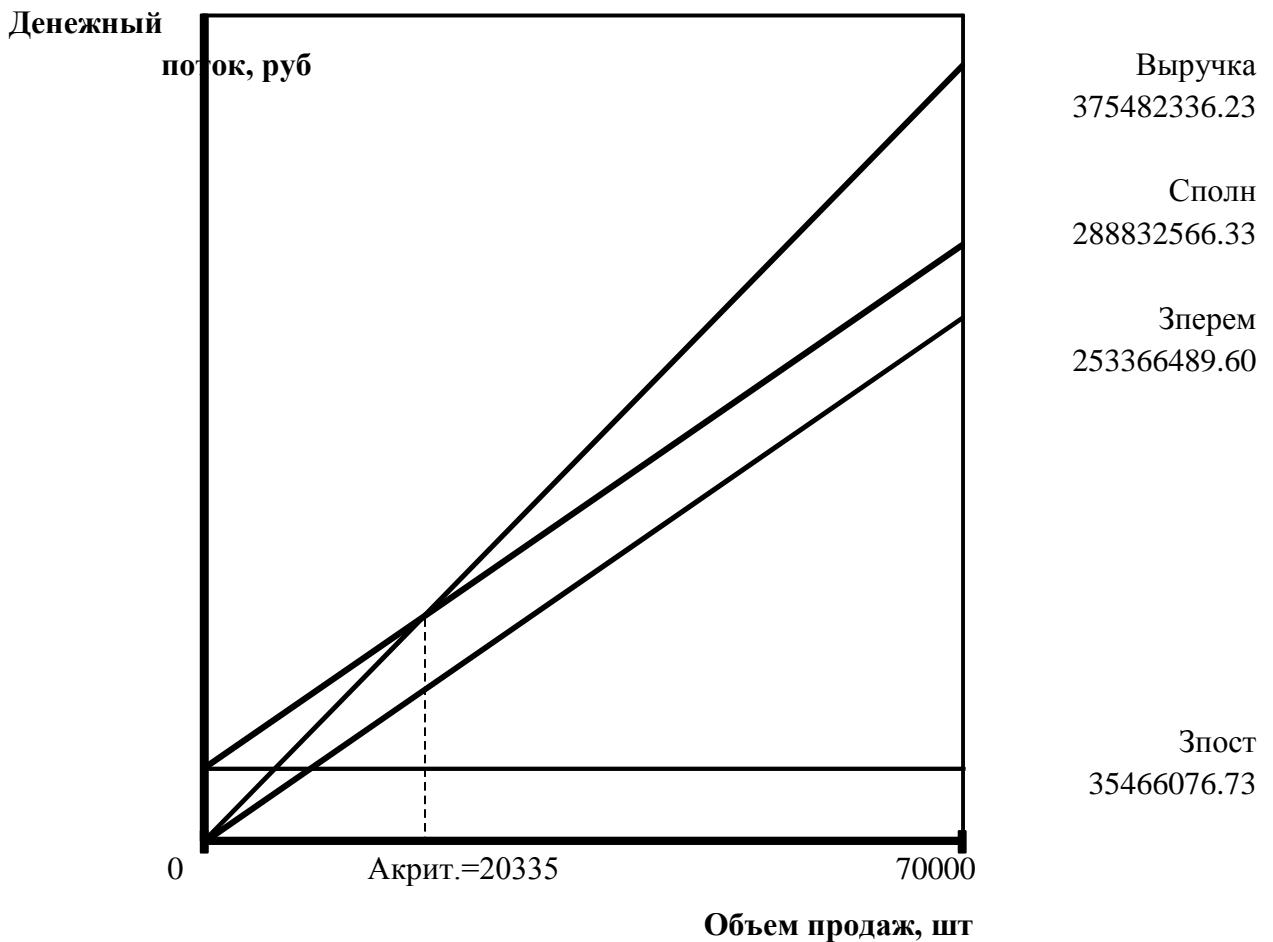


Рисунок 5.2 - Графический метод нахождения точки безубыточности

5.3 Расчет коммерческой эффективности

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

$$V_{\text{год}} = 70000 \quad \text{Акрит} = 20335$$

$$V_{\text{макс}} = V_{\text{год}}$$

$$n = 6 \quad \Delta = 9933$$

$$\Delta := \frac{V_{\text{макс}} - \text{Акрит}}{n - 1}$$

Для определения чистого дохода необходимо рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$C_{\text{отп}} := C_{\text{отп.пр.}} \quad C_{\text{отп}} = 5364.03$$

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

$$V_{\text{прод1}} := 20335 + 9933 = 30268$$

$$V_{\text{прод2}} := A_{\text{крит}} + 2\Delta \quad V_{\text{прод2}} = 40201$$

$$V_{\text{прод3}} := A_{\text{крит}} + 3\Delta \quad V_{\text{прод3}} = 50134$$

$$V_{\text{прод4}} := A_{\text{крит}} + 4\Delta \quad V_{\text{прод4}} = 60067$$

$$V_{\text{прод5}} := A_{\text{крит}} + 5\Delta \quad V_{\text{прод5}} = 70000$$

Выручка по годам:

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

$$\text{Выручка}_1 := 5364.03 \cdot 30268 = 162358562.19$$

$$\text{Выручка}_2 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод2}} \quad \text{Выручка}_2 = 215639505.70$$

$$\text{Выручка}_3 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод3}} \quad \text{Выручка}_3 = 268920449.21$$

$$\text{Выручка}_4 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод4}} \quad \text{Выручка}_4 = 322201392.72$$

$$\text{Выручка}_5 := C_{\text{отп}} \cdot V_{\text{прод5}} \quad \text{Выручка}_5 = 375482336.23$$

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

для базового варианта

$$M := 217.20 \quad \text{Пн} := 3291.04 \quad \text{Зо} := 51.20$$

$$\text{Здоп} := 6.14 \quad \text{Ссоц} := 17.20$$

$$\text{Зперемудб} := M + \text{Пн} + \text{Зо} + \text{Здоп} + \text{Ссоц}$$

$$\text{Зперемудб} = 3582.78$$

$$Z_{\text{перемб1}} := Z_{\text{перемудб}} \cdot V_{\text{прод1}}$$

$$Z_{\text{перемб1}} := 3582.78 \cdot 30268 = 108443585.0$$

$$Z_{\text{перемб2}} := Z_{\text{перемудб}} \cdot V_{\text{прод1}} \quad Z_{\text{перемб2}} = 144031338.78$$

$$Z_{\text{перемб3}} := Z_{\text{перемудб}} \cdot V_{\text{прод3}} \quad Z_{\text{перемб3}} = 179619092.52$$

$$Z_{\text{перемб4}} := Z_{\text{перемудб}} \cdot V_{\text{прод4}} \quad Z_{\text{перемб4}} = 215206846.26$$

$$Z_{\text{перемб5}} := Z_{\text{перемудб}} \cdot V_{\text{прод5}} \quad Z_{\text{перемб5}} = 250794600.00$$

для проектного варианта:

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

$$Z_{\text{перемудпр}} = 3619.52$$

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

$$Z_{\text{перемпр1}} := 3619.52 \cdot 30268 = 109555670.10$$

$$Z_{\text{перемпр2}} := Z_{\text{перемудпр}} \cdot V_{\text{прод2}} \quad Z_{\text{перемпр2}} = 145508374.98$$

$$Z_{\text{перемпр3}} := Z_{\text{перемудпр}} \cdot V_{\text{прод3}} \quad Z_{\text{перемпр3}} = 181461079.85$$

$$Z_{\text{перемпр4}} := Z_{\text{перемудпр}} \cdot V_{\text{прод4}} \quad Z_{\text{перемпр4}} = 217413784.73$$

$$Z_{\text{перемпр5}} := Z_{\text{перемудпр}} \cdot V_{\text{прод5}} \quad Z_{\text{перемпр5}} = 253366489.60$$

Постоянные затраты для базового варианта

$$C_{\text{сод.обор.}} := 99.33 \quad C_{\text{цех.}} := 93.70 \quad C_{\text{инстр.}} := 1.54$$

$$C_{\text{общ.зав.}} := 110.08 \quad C_{\text{ком.}} := 194.37$$

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

$$Z_{\text{постб}} := Z_{\text{постуд}} \cdot V_{\text{год}} \quad Z_{\text{постудб}} := 499.02$$

Постоянные затраты для проектного варианта

$$Z_{\text{постпр}} := Z_{\text{пост}} \quad Z_{\text{постпр}} := 35466076.73$$

Амортизация (определяется для проектного варианта)

$$A_{\text{м.уд}} = 7.19$$

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

$$A_{\text{м.}} := 7.19 \cdot 70000 = 503210.89$$

Полная себестоимость по годам

для проектного варианта:

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

$$Z_{\text{полнпр1}} := 35466076.73 + 109555670.1 = 145021746.83$$

$$Z_{\text{полнпр2}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр2}} \quad Z_{\text{полнпр2}} := 180974451.71$$

$$Z_{\text{полнпр3}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр3}} \quad Z_{\text{полнпр3}} := 216927156.58$$

$$Z_{\text{полнпр4}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр4}} \quad Z_{\text{полнпр2}} := 252879861.46$$

$$Z_{\text{полнпр5}} := Z_{\text{постпр}} + Z_{\text{перемпр5}} \quad Z_{\text{полнпр5}} = 288832566.33$$

для базового варианта:

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

$$Z_{\text{полнб1}} := 34931400 + 108443585.04 = 143374985.04$$

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

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

$$Z_{\text{полнб2}} = 178962738.78$$

$$Z_{\text{полнб3}} = 214550492.5$$

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

$$Z_{\text{полнб4}} = 250138246.26$$

$$Зполнб5 := Зпостб + Зперемб5$$

$$Зполнб5 = 285726000$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

$$Пробл.пр.1 := Выручка_1 - Зполнпр1$$

$$Пробл.пр.1 := 162358562.19 - 145021746.83 = 17336815.35$$

$$Пробл.пр.2 := Выручка_2 - Зполнпр2$$

$$Пробл.пр.2 = 34665053.99$$

$$Пробл.пр.3 := Выручка_3 - Зполнпр3$$

$$Пробл.пр.3 = 51993292.63$$

$$Пробл.пр.4 := Выручка_4 - Зполнпр4$$

$$Пробл.пр.4 = 69321531.26$$

$$Пробл.пр.5 := Выручка_5 - Зполнпр5$$

$$Пробл.пр.5 = 86649769.9$$

для базового варианта:

$$Пробл.б.1 := Выручка_1 - Зполнб1$$

$$Пробл.б.1 := 162358562.19 - 143374985.04 = 18983577.15$$

$$Пробл.б.2 := Выручка_2 - Зполнб2 \quad Пробл.б.2 = 36676766.92$$

$$Пробл.б.3 := Выручка_3 - Зполнб3 \quad Пробл.б.3 = 54369956.69$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.4}} := \text{Выручка}_4 - \text{Зполнб}_4 \quad \text{Пр}_{\text{обл.б.4}} = 72063146.46$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.б.5}} := \text{Выручка}_5 - \text{Зполнб}_5 \quad \text{Пр}_{\text{обл.б.5}} = 89756336.23$$

Налог на прибыль - 20% от налогооблагаемой прибыли по годам
для проектного варианта:

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

$$\text{Нпр1} := 17336815.35 \cdot 0.20 = 3467363.07$$

$$\text{Нпр2} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} \cdot 0.20 \quad \text{Нпр2} = 6933010.8$$

$$\text{Нпр3} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} \cdot 0.20 \quad \text{Нпр3} = 10398658.53$$

$$\text{Нпр4} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} \cdot 0.20 \quad \text{Нпр4} = 13864306.25$$

$$\text{Нпр5} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} \cdot 0.20 \quad \text{Нпр5} = 17329953.98$$

для базового варианта:

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

$$\text{Нб1} := 18983577.15 \cdot 0.20 = 3796715.43$$

$$\text{Нб2} := \text{Пр}_{\text{обл.б.2}} \cdot 0.20 \quad \text{Нб2} = 7335353.38$$

$$\text{Нб3} := \text{Пр}_{\text{обл.б.3}} \cdot 0.20 \quad \text{Нб3} = 10873991.34$$

$$\text{Нб4} := \text{Пр}_{\text{обл.б.4}} \cdot 0.20 \quad \text{Нб4} = 14412629.29$$

$$\text{Нб5} := \text{Пр}_{\text{обл.б.5}} \cdot 0.20 \quad \text{Нб5} = 17951267.25$$

Прибыль чистая по годам
для проектного варианта:

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.1}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.1}} - \text{Нпр1}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.1}} := 17336815.35 - 3467363.07 = 13869452.28$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.2}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.2}} - \text{Нпр2} \qquad \text{Пр}_{\text{ч.пр.2}} = 27732043.19$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.3}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.3}} - \text{Нпр3} \qquad \text{Пр}_{\text{ч.пр.3}} = 41594634.1$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.4}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.4}} - \text{Нпр4} \qquad \text{Пр}_{\text{ч.пр.4}} = 55457225.01$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.пр.5}} := \text{Пр}_{\text{обл.пр.5}} - \text{Нпр5} \qquad \text{Пр}_{\text{ч.пр.5}} = 69319815.92$$

для базового варианта:

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

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.1}} := 18983577.15 - 3796715.43 = 15186861.72$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.2}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.2}} - \text{Нб2} \qquad \text{Пр}_{\text{ч.б.2}} = 29341413.53$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.3}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.3}} - \text{Нб3} \qquad \text{Пр}_{\text{ч.б.3}} = 43495965.35$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.4}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.4}} - \text{Нб4} \qquad \text{Пр}_{\text{ч.б.4}} = 57650517.17$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.б.5}} := \text{Пр}_{\text{обл.б.5}} - \text{Нб5} \qquad \text{Пр}_{\text{ч.б.5}} = 71805068.98$$

Расчет общественного эффекта

Расчет экономии от снижения аварийности.

Среднестатистический автомобиль проезжает в год 20 тыс.км. Исходя из годовой программы выпуска, получаем:

$$L_i := L_{\text{ср}} \cdot V_{\text{проді}}$$

где $L_{\text{ср}}$ - величина пробега среднестатистического автомобиля до списания, км;

L_i - величина пробега реализованных в i - м году автомобилей, км;

$V_{\text{прод}i}$ - объем реализации автомобилей в i - м году, шт;

$$L_{\text{ср}} := 20000$$

$$L_1 := L_{\text{ср}} \cdot V_{\text{прод}1}$$

$$L_1 := 20000 \cdot 30268 = 605360000$$

$$L_2 := L_{\text{ср}} \cdot V_{\text{прод}2}$$

$$L_2 = 804020000$$

$$L_3 := L_{\text{ср}} \cdot V_{\text{прод}3}$$

$$L_3 = 1002680000$$

$$L_4 := L_{\text{ср}} \cdot V_{\text{прод}4}$$

$$L_4 = 1201340000$$

$$L_5 := L_{\text{ср}} \cdot V_{\text{прод}5}$$

$$L_5 = 1400000000$$

Среднестатистический водитель попадает в дорожно-транспортное происшествие (ДТП) с ранением одного из пассажиров через 380000 км (ДТПр), со смертельным исходом для одного из участников - через 1400000 км.(ДТПс).

Следовательно:

$$Ч_{pi} := \frac{L_i}{\text{ДТПр}}$$

$$\text{ДТПр} := 380000$$

$$\text{ДТПс} := 1400000$$

где $Ч_{pi}$ - возможное количество человек получающих ранения в результате ДТП, чел;

$$Ч_{p1} := \frac{L_1}{\text{ДТПр}}$$

$$Ч_{p1} := \frac{605360000}{380000} = 1593.05$$

$$Ч_{p2} := \frac{L_2}{\text{ДТПр}}$$

$$Ч_{p2} := 2115.84$$

$$Ч_{p3} := \frac{L_3}{\text{ДТПр}}$$

$$Ч_{p3} := 2638.63$$

$$\text{Чр4} := \frac{L4}{\text{ДТПр}} \quad \text{Чр4} := 3161.42$$

$$\text{Чр5} := \frac{L5}{\text{ДТПр}} \quad \text{Чр5} := 3684.21$$

$$\text{Чсi} := \frac{L}{\text{ДТПс}}$$

где Чсi - возможное количество человек погибших в результате ДТП,
чел;

$$\text{Чс1} := \frac{L1}{\text{ДТПс}}$$

$$\text{Чс1} := \frac{605360000}{1400000} = 432.4$$

$$\text{Чс2} := \frac{L2}{\text{ДТПс}} \quad \text{Чс2} := 574.3$$

$$\text{Чс3} := \frac{L3}{\text{ДТПс}} \quad \text{Чс3} := 716.2$$

$$\text{Чс4} := \frac{L4}{\text{ДТПс}} \quad \text{Чс4} := 858.1$$

$$\text{Чс5} := \frac{L5}{\text{ДТПс}} \quad \text{Чс5} := 1000$$

Расчет возможных травм и смертей из-за неисправного исследуемого
механизма базового автомобиля:

$$\text{Чрм.i} := \text{Чрi} \cdot \text{Кст},$$

где Кст - доля статистических травм людей попавших в ДТП из-за
неисправного исследуемого механизма базового автомобиля

$$\text{Чрм1} := \text{Чр1} \cdot \text{Кст} \quad \text{Кст} := 0.85$$

$$\text{Чрм1} := 1593.05 \cdot 0.85 = 1354.09$$

$$\text{Чрм2} := \text{Чр2} \cdot \text{Кст} \quad \text{Чрм2} = 1798.47$$

$$\text{Чрм3} := \text{Чр3} \cdot \text{Кст} \quad \text{Чрм3} = 2242.84$$

$$\text{Чрм4} := \text{Чр4} \cdot \text{Кст} \quad \text{Чрм4} = 2687.21$$

$$\text{Чрм5} := \text{Чр5} \cdot \text{Кст} \quad \text{Чрм5} = 3131.58$$

$$\text{Чсмi} := \text{Чci} \cdot \text{Ксс}$$

где Ксс - доля статистических смертей людей попавших в ДТП из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля

$$\text{Чсм1} := \text{Чc1} \cdot \text{Ксс} \quad \text{Ксс} := 0.75$$

$$\text{Чсм1} := 432.4 \cdot 0.75 = 324.3$$

$$\text{Чсм2} := \text{Чc2} \cdot \text{Ксс} \quad \text{Чсм2} = 430.72$$

$$\text{Чсм3} := \text{Чc3} \cdot \text{Ксс} \quad \text{Чсм3} = 537.15$$

$$\text{Чсм4} := \text{Чc4} \cdot \text{Ксс} \quad \text{Чсм4} = 643.58$$

$$\text{Чсм5} := \text{Чc5} \cdot \text{Ксс} \quad \text{Чсм5} = 750$$

Расчет потери Национального дохода в результате гибели одного человека.

$$\Delta \text{Нд} := \frac{\text{Пр}}{\text{Чтн}} \cdot (\text{L}_2 - \text{L}_1)$$

где $\Delta \text{Нд}$ – потери национального дохода в результате гибели одного человека Пр – прибыль, полученная во всех отраслях экономики, млн.руб.;

Чтн – количество трудоспособного населения, млн.чел.;

L_1 – средний возраст водителей, попадающих в ДТП;

L_2 – пенсионный возраст.

$$\text{Пр} := 85.44 \cdot 10^8 \quad \text{L}_1 := 35$$

$$\text{Чтн} := 75000000 \quad \text{L}_2 := 60$$

$$\Delta N_d := \frac{Pr}{Ч_{тп}} \cdot (L_2 - L_1) \quad \Delta N_d = 2848$$

Для дальнейшего расчёта проведём классификацию ранений по степени тяжести:

- 1) Легкие ранения – повреждения, вызывающие заболевания длительностью до 28 дней;
- 2) Тяжелые ранения – телесные повреждения, вызывающие заболевания длительностью свыше 8 дней или утратой трудоспособности более чем на 35 %;
- 3) Смертельные – повреждения, вызывающие смерть на месте ДТП или не позднее 7 суток после ДТП.

Для расчета общественного эффекта необходимо оценить процент снижения пострадавших в ДТП после внедрение нового механизма.

Расчет общественного эффекта сводим в таблицу.

Число пострадавших и число смертей до мероприятия заполняем исходя из выше приведенного расчета.

Число пострадавших после мероприятия исходя из статистических данных снижается на 80 %, число смертельных случаев на 90 %.

1-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	1354	271	1083			
Легкие	71%	961	192	769	0,015	2848	32854,76
Тяжелые	29%	393	79	314	0,36	2848	322069,2
Смертельные		324	32	292	1	2848	830476,8
Итого:							1185401

$$Э_{дтп1} := 1185401$$

2-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего	Экономия по группам ранений, руб
		До меропр	После меропр				
Ранения	100%	1798	360	1438			
Легкие	71%	1277	255	1021	0,015	2848	43628,4
Тяжелые	29%	521	104	417	0,36	2848	427681,2
Смертельные		430	43	387	1	2848	1102176
Итого:							1573486

Э_{дтп2} := 1573486

3-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего	Экономия по группам ранений, руб
		До меропр	После меропр				
Ранения	100%	2242	448	1794			
Легкие	71%	1592	318	1273	0,015	2848	54402,0403
Тяжелые	29%	650	130	520	0,36	2848	533293,24
Смертельные		537	54	483	1	2848	1376438,4
Итого:							1964134

Э_{дтп3} := 1964134

4-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, тыс.	Экономия по группам ранений, тыс.руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	2687	537	2150			
Легкие	71%	1908	382	1526	0,015	2848	65199,95
Тяжелые	29%	779	156	623	0,36	2848	639143,1

Смертельные		643	64	579	1	2848	1648138
Итого:							2352481

$$\mathcal{E}_{\text{дтп4}} := 2352481$$

5-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	3131	626	2505			
Легкие	71%	2223	445	1778	0,015	2848	75973,59
Тяжелые	29%	908	182	726	0,36	2848	744755,2
Смертельные		750	75	675	1	2848	1922400
Итого:							2743129

$$\mathcal{E}_{\text{дтп5}} := 2743129$$

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

$$\text{ЧД1} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.1}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.1}} + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп1}}$$

$$\text{ЧД1} := 13869452.28 - 15186861.72 + 503210.89 + 1185401 = 371202.46$$

$$\text{ЧД2} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.2}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.2}} + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп2}} \quad \text{ЧД2} = 467326.55$$

$$\text{ЧД3} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.3}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.3}} + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп3}} \quad \text{ЧД3} = 566013.64$$

$$\text{ЧД4} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.4}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.4}} + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп4}} \quad \text{ЧД4} = 662399.73$$

$$\text{ЧД5} := \text{Пр}_{\text{ч.пр.5}} - \text{Пр}_{\text{ч.б.5}} + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп5}} \quad \text{ЧД5} = 761086.83$$

Дисконтирование денежного потока.

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

формуле:

$$\alpha_{ti} := \frac{1}{(1 + \text{Ест}i)^t} \quad \text{Ест} := 10$$

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

t - год приведения затрат и результатов;

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

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

$$\text{ЧДД}_1 := 371202.46 \cdot 0.909 = 337423.03$$

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

$$\text{ЧДД}_2 = 386011.73$$

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

$$\text{ЧДД}_3 = 426208.27$$

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

$$\text{ЧДД}_4 = 452419.02$$

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

$$\text{ЧДД}_5 = 472634.92$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

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

$$\Sigma \text{ЧДД} = 2074696.97$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

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

$$\Sigma C_{\text{полн.пр.}} := 145021746.83 + 180974451.71 + 216927156.58 + 252879861.46 + \dots + 288832566.33$$

$$\Sigma C_{\text{полн.пр.}} = 1084635782.91$$

$$K_{\text{инв.}} := 0.00083$$

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

$$I_0 := 0.00083 \cdot 1084635782.91 = 900247.7$$

Чистый дисконтированный доход.

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

$$\text{ЧДД} = 2074696.97 - 900247.7 = 1174449.27$$

Индекс доходности.

$$ID := \frac{\text{ЧДД}}{I_0}$$

$$ID := \frac{1174449.27}{900247.7} = 1.3$$

Срок окупаемости проекта

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

$$\text{Токуп} := \frac{900247.7}{1174449.27} = 0.77$$

Выводы и рекомендации

В представленном экономическом разделе дипломного проекта рассчитанные показатели разработанной новой передней подвески показали, что себестоимость ее выше, чем базовая конструкция подвески, но благодаря улучшенной ее характеристике, повышается устойчивость, управляемость автомобиля и как следствие снижение аварийности. Поэтому был произведен расчет общественного эффекта – экономии от снижения аварийности, из чего можно сделать вывод о целесообразности проектной конструкции подвески, поскольку данный проект имеет положительный экономический эффект.

Точкой безубыточности продаж является объем равный 20335 шт., т.е. при этом объеме продаж предприятие покрывает свои издержки, а при планируемом объеме выпуска в 70000 шт. предприятие имеет чистого дисконтированного дохода (с учетом капиталообразующих инвестиций) 1174449.27 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 $1,3 > 1$, что характеризует данный проект как мало рискованный и доходный.

Вложенные инвестиции окупятся менее чем через год.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом проведенной работы является модернизация передней подвески ВАЗ-2170, используемой в настоящее время на серийных переднеприводных автомобилях 2-го класса выпускаемых ОАО«АвтоВАЗ». Особенностью проекта является минимальное изменение конструкции передней подвески. В данном проекте предлагается использовать верхнюю сварную растяжку, которая жестко соединяет верхние части передних стоек и предотвращает взаимное перемещение стоек подвески во время движения, также предлагается установка усиленного стабилизатора поперечной устойчивости в место штатного, который увеличивает на $2,6 \times 10^3$ Н/м угловую жесткость передней подвески при сохранении общей компоновочной схемы.

Данное техническое решение позволяет избежать затруднений в обеспечении запасными частями эксплуатируемых автомобилей более раннего периода выпуска.

Представленная работа соответствует современному состоянию и перспективам развития науки и техники в области автомобилестроения. Применяемые изменения на серийном автомобиле позволит повысить комфортабельность, устойчивость и долговечность автомобиля в городском режиме движения, что приведёт к большой конкурентоспособности автомобиля ВАЗ-2170.

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. Лата, В.Н. Конструирование и расчет автомобиля. Ходовая часть и системы управления. Курс лекций.-125 с.
9. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Т3. [Текст] / Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров– М.: Автополис-плюс, 2005.-560 с.
10. Раймпель, Й. Шины, амортизаторы [Текст] / Й. Раймпель. – М. : Машиностроение, 1986. – 320 с.
11. Малкин, В.С. Особенности проектирования рулевого управления автомобиля с учетом свойств эластичности шин: учебное пособие

- [Текст] / В.С. Малкин. – Куйбышев: Изд-во КуАИ, 1983.-296 с.
12. Пройкшат, А. Шасси автомобиля: Типы приводов [Текст] / А. Пройкшат. – М. : Машиностроение, 1989. – 232 с.
 13. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля [Текст] / Р.В.Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
 - 14.Иванов, А.М. Основы конструкции современного автомобиля [Текст] / А.М.Иванов -М: ООО «Изд. «За рулем», 2012.-336с. ISBN 878-5-903813-06-03
 15. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник [Текст] / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов– М.: Машиностроение, 2004.-704 с
 16. Вахламов, В. К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей : учеб. пособие / В. К. Вахламов. - Гриф УМО. - Москва: Академия, 2007. - 557 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 551. - ISBN 978-5-7695-3793-6: 323-00
 17. Соломатин, Н.С. Конструирование и расчёт автомобиля: учебно-методическое пособие [Текст] / Н.С. Соломатин; ТГУ каф. «Автомобили и тракторы».-ТГУ.-Тольятти: ТГУ, 2007.-18 с. М:Автополюс плюс, 2005 -557 с.
 18. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: Учебн. Пособие [Текст] / Л.А.Черепанов – Тольятти: ТГУ, 2001. – 40с.
 19. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33.
 20. Вахламов, В. К. Автомобили : конструкция и эксплуатационные свойства : учеб. пособие для вузов [Текст] / В. К. Вахламов. - М. : Академия, 2009. - 480 с. : ил. - (Высш. проф. образование. Транспорт). - Библиогр.: с. 475. - ISBN 978-5-7695-4202-2:

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягового расчета

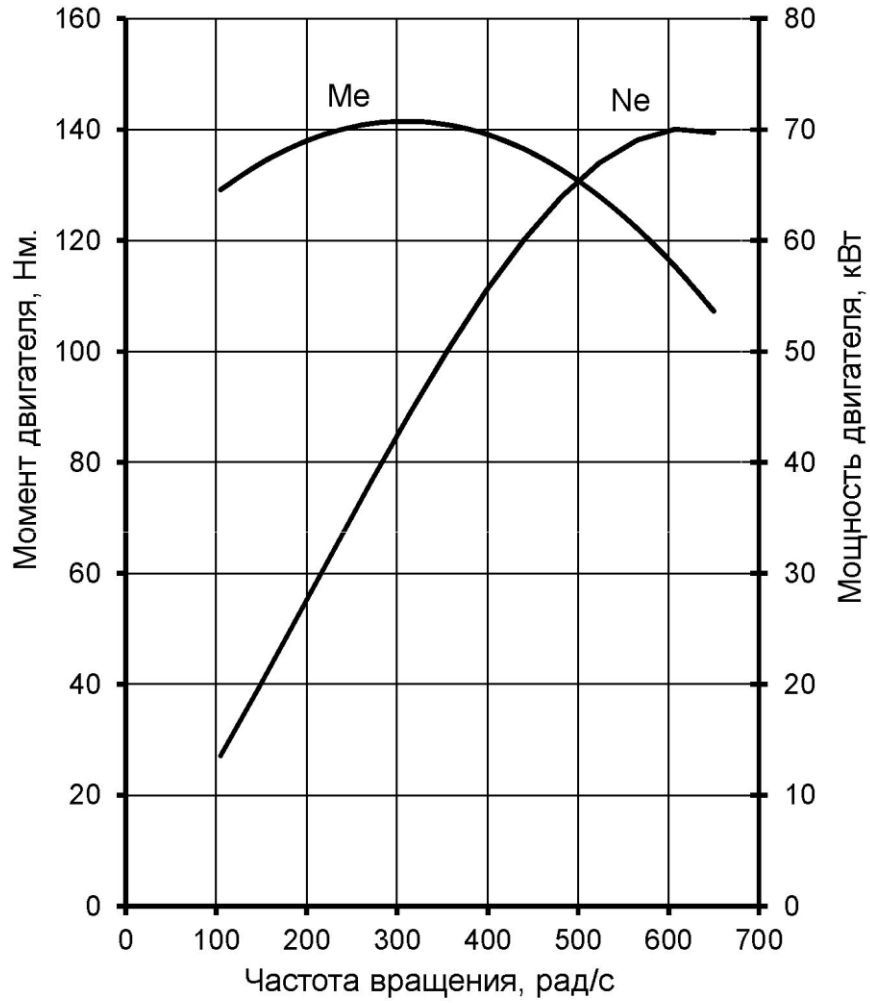
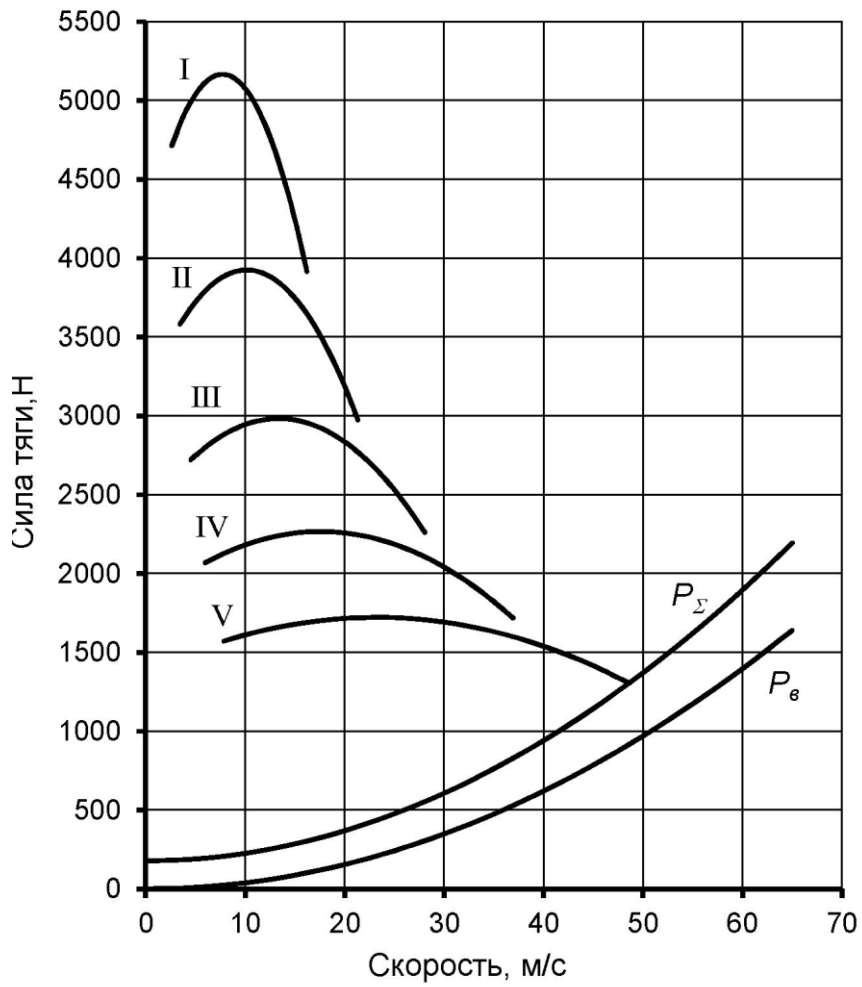
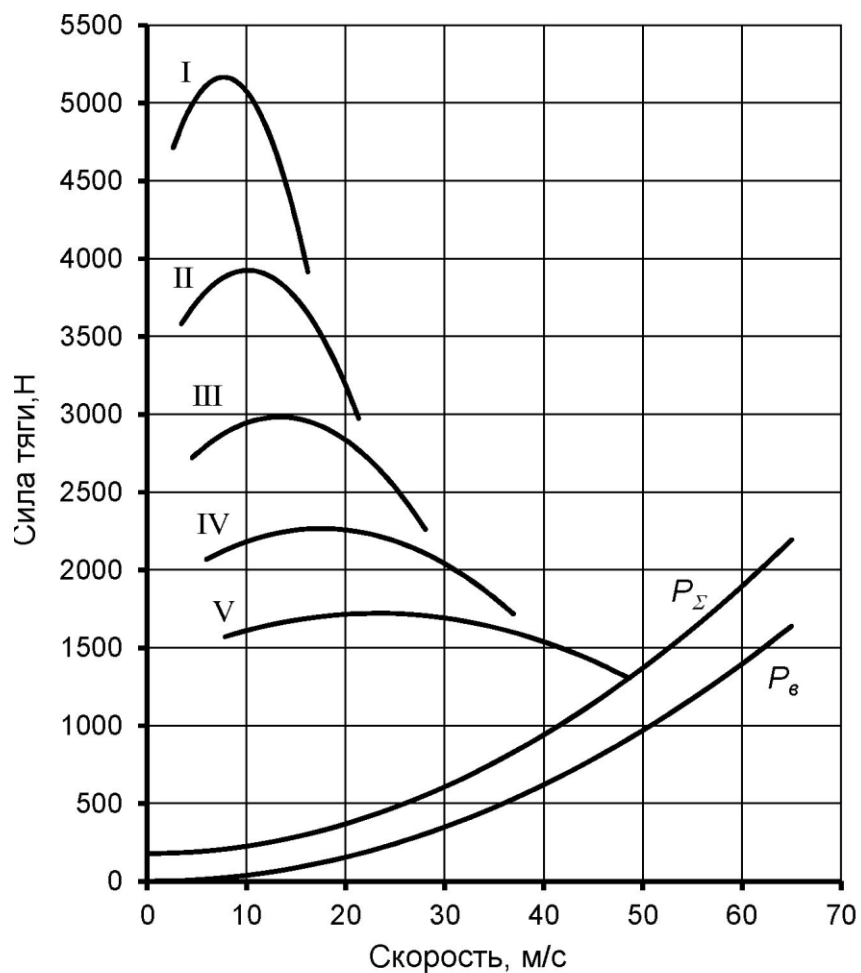


Рисунок А. 1 - Внешняя скоростная характеристика



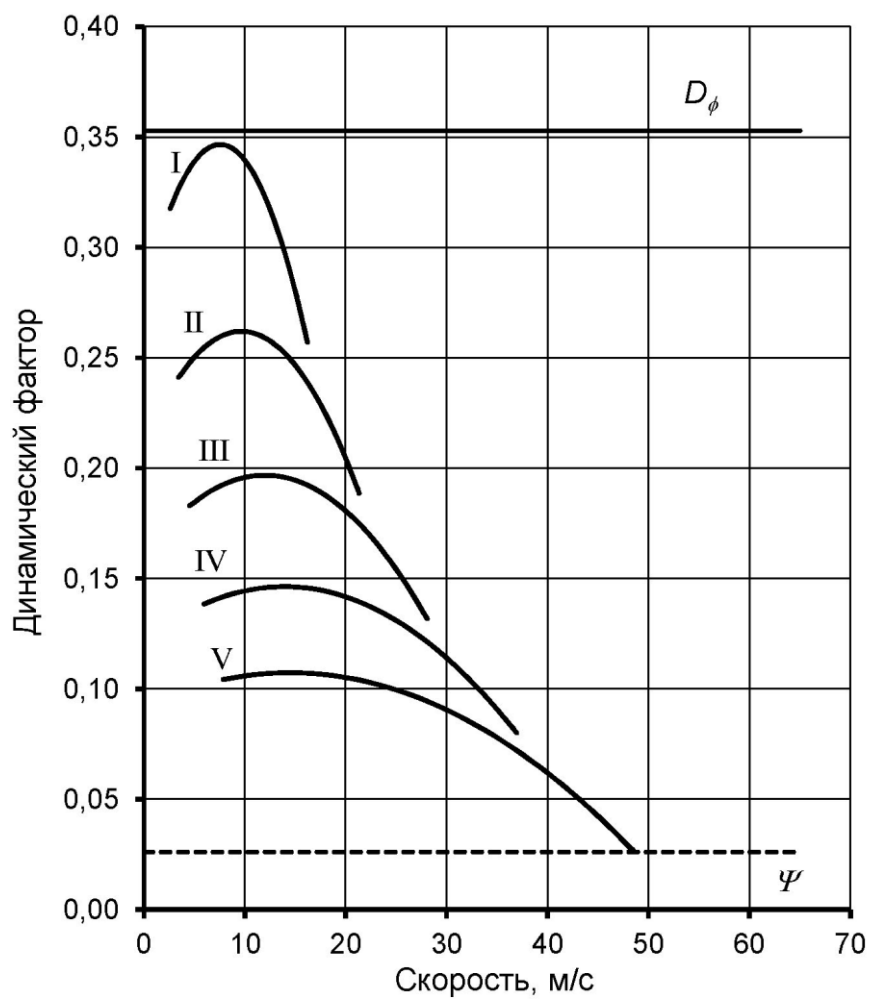
I - первая передача, II – вторая передача, III – третья передача, IV – четвертая передача, V – пятая передача, N_{Σ} – суммарная сила сопротивления движению, $N_{в}$ – сила сопротивления воздуха

Рисунок А. 2 - Баланс мощностей



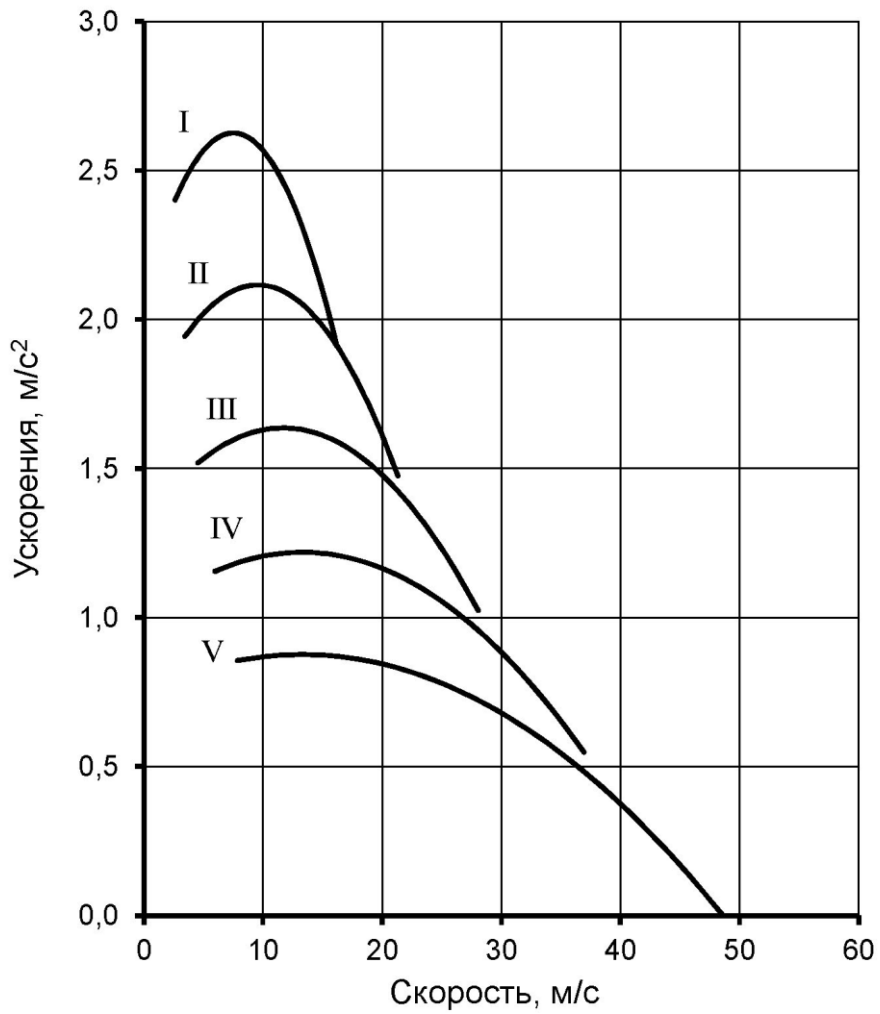
I - первая передача, II – вторая передача, III – третья передача, IV – четвертая передача, V – пятая передача, P_{Σ} – суммарная тяговая сила затрачиваемая для преодоления суммарной силы сопротивления движению, $P_{в}$ – тяговая сила затрачиваемая на преодоление силы сопротивления воздуха

Рисунок А. 3 - Тяговый баланс



I - первая передача, II – вторая передача, III – третья передача, IV – четвертая передача, V – пятая передача, ψ – коэффициент сопротивления дороги, D_ϕ – динамический фактор

Рисунок А. 4 - Динамический баланс



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

Рисунок А. 5 - Ускорения на передачах

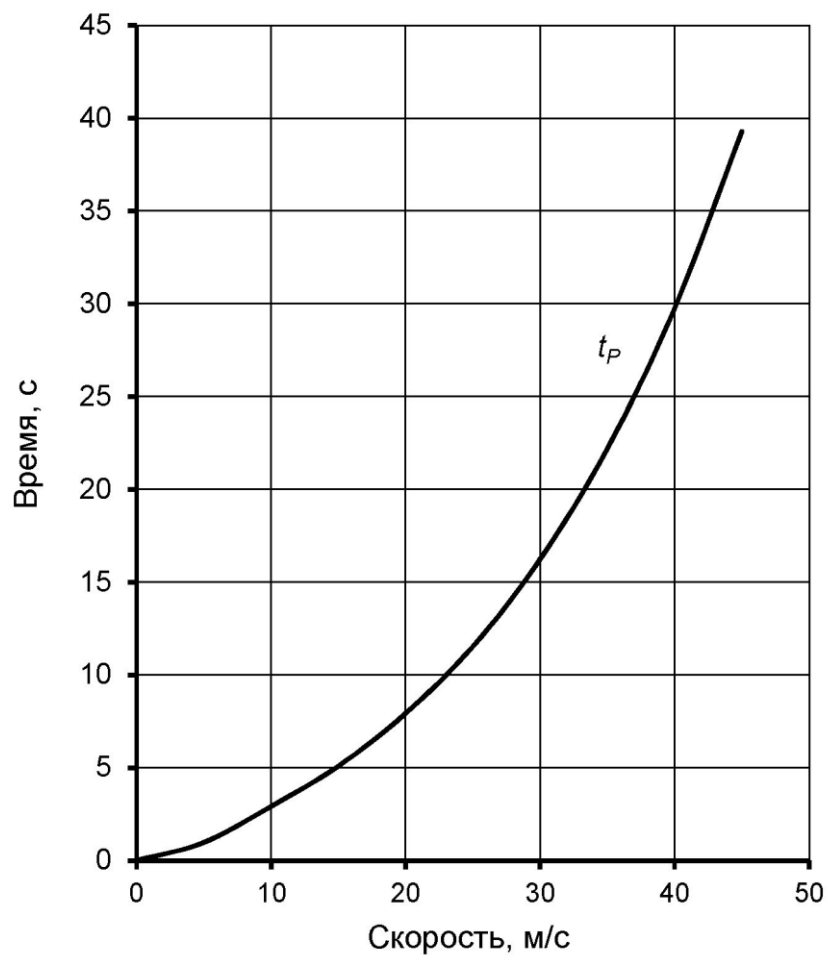


Рисунок А. 6 - Время разгона

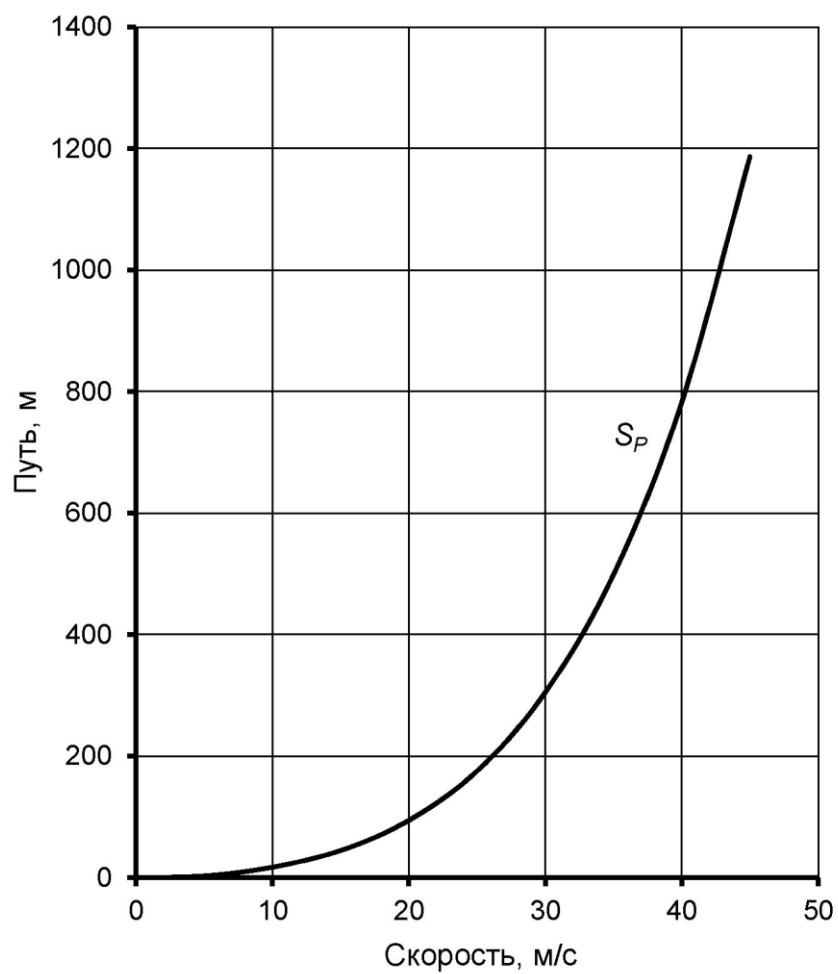


Рисунок А. 7 - Путь разгона

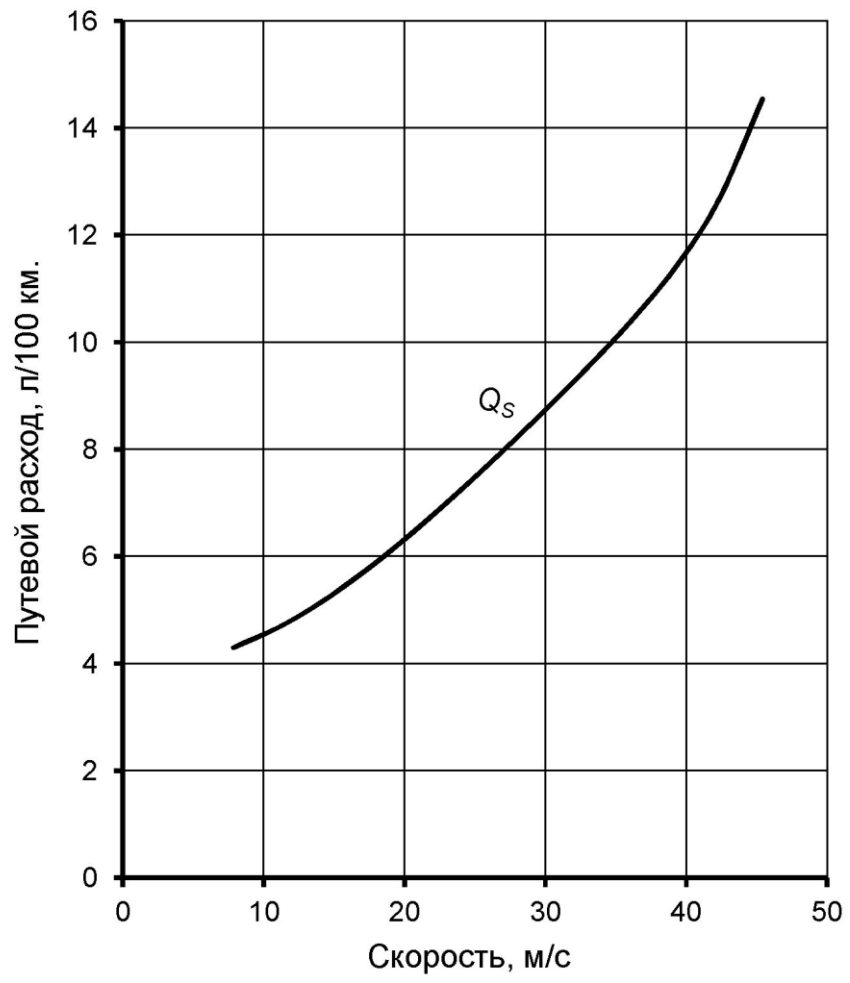


Рисунок А. 8 - Путевой расход топлива

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Спецификация

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			16.ДП.01.002-2901001 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	16.ДП.01.002-2901023	Передняя подвеска левая с кулаком и тормозом в сборе	1	
		2	16.ДП.01.002-2904400	Поперечина передней подвески с шарнирами в сборе	1	
		3	16.ДП.01.002-2906010	Стабилизатор поперечной устойчивости передний в сборе	1	
		4	16.ДП.01.002-2906070	Растяжка передних стоек	1	
16.ДП.01.002-2901001 СБ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разработ.		Арискин И.А.			Лит.	Лист
Пров.		Галиев И.Р.				Листов
Руковод.		Галиев И.Р.				1
Н.контр.		Егорев А.Г.			ТГУ, АТ-1101	
Утв.		Бабайский А.В.				
Установка передней подвески						
Копировал				Формат А4		

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
		<u>Документация</u>		
A1	16.ДП.01.002-2906010 СБ	Сборочный чертёж		
		<u>Сборочные единицы</u>		
	1 16.ДП.01.002-2906050	Стойка переднего стабилизатора с шарнирами в сборе	2	
		<u>Детали</u>		
	2 16.ДП.01.002-2906016	Штанга стабилизатора поперечной устойчивости передней подвески	1	
	3 16.ДП.01.002-2906040	Подушка штанги переднего стабилизатора	2	
16.ДП.01.002-2906010 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Арискин И.А.		
Проб.		Галиев И.Р.		
Руковод.		Галиев И.Р.		
Н.контр.		Егоров А.Г.		
Утв.		Бобровский А.В.		
		Стабилизатор поперечной устойчивости передний в сборе		Лит
				Лист
				Листов
				1
				ТГУ, АТ-1101
Копировал			Формат А4	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			16.ДП.01.002-2906070 СБ	Сборочный чертёж		
<i>Детали</i>						
	1		16.ДП.01.002-2906051	Штанга растяжки	1	
	2		16.ДП.01.002-2906055	Косынка растяжки	2	
	3		16.ДП.01.002-2906053	Пластина растяжки	2	
16.ДП.01.002-2906070 СБ						
Растяжка передних стоек						
ТГУ, АТ-1101						
Копировал Формат А4						