

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей
(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Передняя подвеска автомобиля Lada Vesta Cross с улучшенной
плавностью хода

Обучающийся

Н.Е. Михеев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.В. Турбин

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Автомобиль сегодня должен иметь высокую эффективность, длительный срок службы, безопасность вождения, удобство обслуживания и устойчивость на дороге.

Тема дипломной работы: “Передняя подвеска автомобиля Lada Vesta Cross с улучшенной плавностью хода”. Автомобиль должен отвечать современным требованиям, то есть иметь быстрое ускорение, плавное сцепление, бесшумную коробку передач, надежные системы торможения и рулевого управления, надежную систему зажигания.

Дипломная работа состоит из 105 страниц, включая введение, разделы конструкторской, технологической, экономической частей и раздела объекта безопасности. Работа также имеет графическую часть на листах А1.

Первая часть посвящена проектированию разрабатываемого узла, его текущим тенденциям развития, а также классификации существующих типов конструкций.

Вторая часть работы посвящена расчетам конструкции транспортного средства. Эта часть касается динамического расчета транспортного средства, расчета характеристик транспортного средства и расчета конструкции.

Третья часть безопасность и экологичность проекта.

Четвертая часть посвящена экономическим расчетам себестоимости разрабатываемого узла. Расчет точки безубыточности для данного проекта и расчет экономической эффективности.

В пятой части дипломной работы - безопасность и экологичность проекта.

Эта модернизация, описанная в дипломной работе, может быть внедрена в массовое производство.

Annotation

A car today should have high efficiency, long service life, driving safety, ease of maintenance and stability on the road.

The topic of the thesis: "The front suspension of the Lada Vesta Cross car with improved smoothness". The car must meet modern requirements, that is, have fast acceleration, smooth clutch, silent gearbox, reliable braking and steering systems, reliable ignition system.

The thesis consists of 105 pages, including an introduction, sections of design, technological, economic parts and a section of the security object. The work also has a graphic part on A1 sheets.

The first part is devoted to the design of the node being developed, its current development trends, as well as the classification of existing types of structures.

The second part of the work is devoted to calculations of the vehicle design. This part concerns the dynamic calculation of the vehicle, the calculation of the characteristics of the vehicle and the calculation of the structure.

The third part is the safety and environmental friendliness of the project.

The fourth part is devoted to economic calculations of the cost of the developed node. Calculation of the break-even point for this project and calculation of economic efficiency.

In the fifth part of the thesis - the safety and environmental friendliness of the project.

This modernization, described in the thesis, can be implemented in mass production.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса	6
1.1 Назначение подвески и её устройство	6
1.2 Классификация подвесок	7
1.3 Выбор и обоснование выбранного варианта подвески	17
2 Конструкторская часть	18
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	18
2.2 Расчет подвески автомобиля	33
3 Безопасность и экологичность объекта	51
4 Технологическая часть	69
5 Экономическая эффективность проекта	80
Заключение	94
Список используемых источников	95
Приложение А Графики тягового расчета	98

Введение

Автомобилестроение один из основополагающих секторов экономики, который в значительной степени регулирует рынок труда и имеет большое влияние на экономику в целом. Автотранспортные услуги необходимы во многих отраслях экономики. Например, в торговле, сельском хозяйстве, строительстве, промышленности, транспорте и многих других. Среди всех растущих секторов мировой экономики автомобильная промышленность как отрасль является одной из самых важных. Эта отрасль во всем мире быстро развивается, и для этого необходимо появление новых технологий, разработок и инноваций, обеспечивающих технологические решения. Чтобы ускорить рост автомобильной промышленности, необходимо снизить сложность технического обслуживания, и по этой причине можно перевести топливо на метан и дизельное топливо и установить более сложные двигатели. Для того чтобы автомобили работали оптимально, необходимы электронные технологии, и их широкое использование в конструкции автомобилей позволяет достичь этой цели. Кроме того, требуются более совершенные технологии и инженерные решения во всех компонентах и конструкциях силовых агрегатов. Современная высокопрочная сталь, конструкционная сталь, углеродное волокно, алюминий и многие другие инновационные конструкционные материалы могут снизить вес этих автомобилей и повысить их топливную эффективность. Для того чтобы производственная цепочка работала автоматически, необходимо производить высококачественные компоненты, а также необходима высокая точность, которая может быть достигнута путем моделирования размеров всех компонентов.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески и её устройство

«Подвеска образует соединение несущей системы, то есть кузова или рамы с колесами или осями, при этом соединение является упругим. Давайте рассмотрим, для чего предназначена подвеска, что входит в основные функции.

Подвеска необходима для уменьшения передачи динамических нагрузок, то есть нагрузок, получаемых во время движения на самую несущую систему, кузов или раму, а также на пассажиров и груз. Кроме того, подвеска передает внешние силы на кузов и наоборот, кроме того, при прохождении автомобилем неровностей дороги возникают колебания. Уменьшение этих явлений также входит в одну из основных функций подвески.[1]

Давайте рассмотрим, из чего состоит подвеска. Подвеска состоит из нескольких элементов, которые определяют общую геометрию подвески, а также определяют характер движения колес. Показано на рисунке 1.»[2]

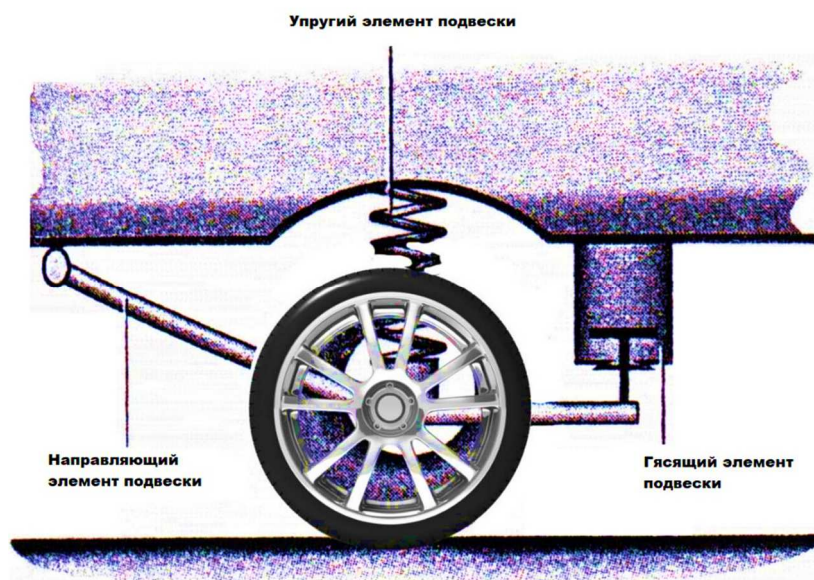


Рисунок 1 – Элементы подвески автомобиля

«Величина силы, передаваемой на упругий элемент, зависит от его конструкции, а упругий элемент служит для поглощения удара, снижения передачу динамической нагрузки на несущую систему, тем самым повышая комфорт езды.»[3]

В конструкцию подвески также входит демпфирующий элемент. «Сегодня в основном используются гидравлические демпфирующие элементы.»[4]

«Кроме того, в конструкциях подвесок часто используются дополнительные упругие элементы, называемые стабилизаторами поперечной устойчивости, для уменьшения крена, например, при прохождении поворотов.»[10]

1.2 Классификация подвесок

Полная классификация существующих и утвердившихся типов подвесок потребовала бы написания многих работ, поэтому здесь мы сосредоточимся на наиболее распространенных и существующих типах подвесок. Смотри рисунок 2.[11]

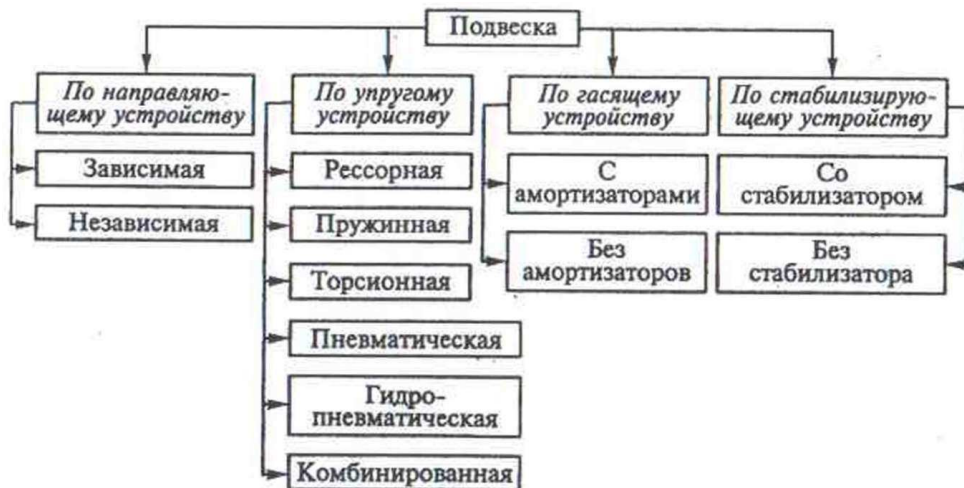


Рисунок 2 – Классификационная схема подвесок

К полунезависимым подвескам относятся Н-образные торсионы и подвески де Диона. «Независимые подвески имеют следующие элементы: продольные рычаги, поперечные рычаги, подвеска Макферсон,

многозвенная подвеска и подвеска с торсионными балками.»[12] Давайте теперь подробнее рассмотрим наиболее часто используемые и важные типы подвесок. Для начала рассмотрим ось с пластинчатыми рессорами, рисунок 3.



Рисунок 3 – Подвеска с листовой рессорой (мост)

Первое и самое важное преимущество заключается в том, что рессоры просты и способны воспринимать не только вертикальные нагрузки системы подвески, но и боковые и продольные нагрузки, возникающие при поворотах, торможении или трогании с места. Использование рессорной подвески устраняет необходимость в каких-либо управляющих тягах и рычагах. Вторым важнейшим преимуществом рессорной подвески являются ее малые размеры, и именно в таких случаях это преимущество рессорной подвески используется при производстве транспортных средств пассажирского и грузового типа, например, на базе легковых автомобилей, пикапов. К недостаткам данной подвески следует отнести менее плавный ход и низкую энергоемкость, что под воздействием неровностей дороги может вызвать так называемый эффект отскока. По сравнению с аналогичным типом, стоимость подвески, использование реактивных тяг и рычагов с пружинами может быть до 1,5 раз ниже. Обслуживание данного

типа подвески очень простое и часто не требует специального оборудования, приборов или специальных инструментов. Как уже упоминалось выше, этот тип подвески в основном используется на легких коммерческих автомобилях, таких как Nissan Navara, Volkswagen Amarok, Toyota Tundra, Ford T50 и ГАЗ 3302323 (Газель). Теперь мы обсудим подвески на пружинах и реактивными тягами, включая так называемые тяги "Панара". Это показано на рисунке 4.

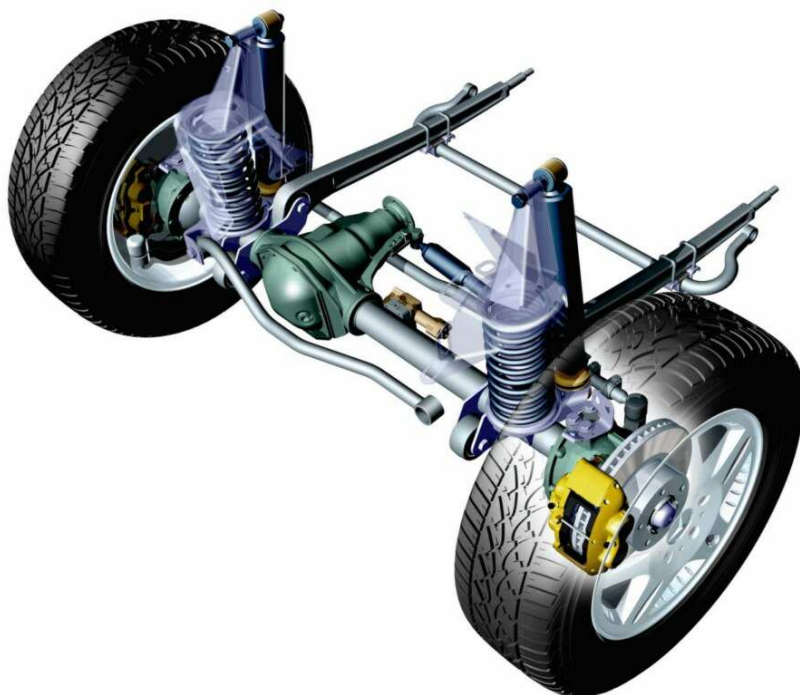


Рисунок 4 – Зависимая подвеска на пружинах

Существует ряд недостатков по сравнению с рессорной подвеской, главным из которых является использование дополнительных элементов подвески, как уже упоминалось. Стоимость такой подвески неизбежно возрастает в плане обслуживания, так как количество компонентов велико, а применение и ремонт такой подвески очень сложны, во-первых - из-за большого количества компонентов, а во-вторых - из-за необходимости применения специальных инструментов. В современном автомобилестроении данный тип подвески используется сегодня реже, «его можно встретить на таких автомобилях, как ВАЗ 4x4, Land Rover Discovery, Chevrolet Blazer, Suzuki Jimny и Toyota Land Cruiser 200.[13]-[15].

Следующим типом подвески, который будет рассмотрен, является подвеска с Н-образной стальной балкой, показанная на рисунке 5.»[16]

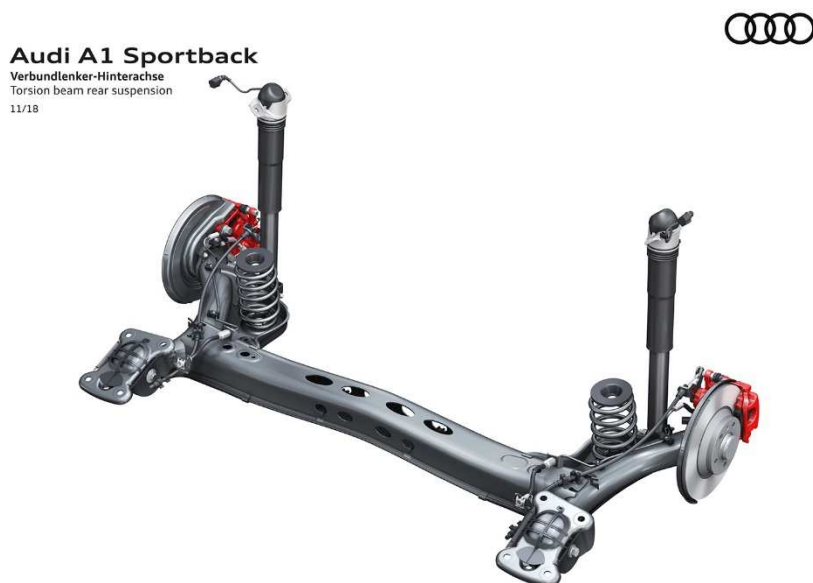


Рисунок 5 – Полунезависимая подвеска, Н-образная торсионная балка

Полунезависимая подвеска, установленная на задней оси. Преимуществами этих подвесок являются, как и в случае с пружинными подвесками, отсутствие направляющих элементов, простота установки, компактность и легкость конструкции. Техническое обслуживание очень простое. Стоимость явно ниже других типов по сравнению с общей стоимостью подвески, но у них есть существенный недостаток - если какая-либо часть стойки повреждена, ее придется заменить целиком.

«Следующий тип подвески в настоящее время используется в большинстве переднеприводных автомобилей и конструктивно состоит из двух поворотных рычагов, поперечной балки между ними,»[17] демпфирующего элемента, резинового элемента и торсионной балки, соединенной с балкой.

Подвеска Де Дион изображена на рисунке 6.[18]-[20]



Рисунок 6 – Подвеска Де Дион

Она состоит поперечной трубы между двумя ведущими колесами, подвешенной на раме, а также резиновых элементов и демпферов. Направляющими элементами этой подвески могут быть различные элементы, таких как, тяги и рычаги. Преимуществом данного типа подвески является то, что она имеет более лучшую кинематику, который даже лучше, чем у независимой подвески, и поэтому можно сказать, что данный тип подвески является более совершенным.[21]-[23].

В этом отношении все полунезависимые подвески, как правило, имеют существенные недостатки, и De Dion не является исключением.»[24] Поэтому она используется крайне редко, за единственным исключением спортивных автомобилей. Особых трудностей в ремонте и обслуживании не возникает, и иногда «этот тип подвески использовался такими производителями автомобилей, как Volvo, Alfa Romeo, Aston Martin, Honda Smart и Rover»[25].

Следующий тип подвески, который мы рассмотрим, - это подвеска, на продольных рычагах показанная на рисунке 7. В этой подвеске каждое колесо на оси соединено с продольным рычагом, который установлен на раме или кузове автомобиля.

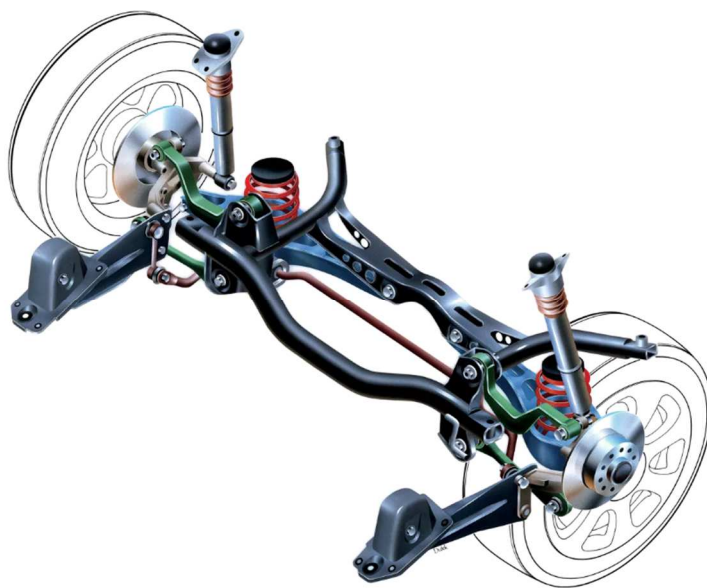


Рисунок 7 – Независимая подвеска с продольными рычагами

При прохождении поворотов кузов наклоняется более значительно, чем при других типах конструкции. С другой стороны, обслуживание сложнее, чем у предыдущих типов конструкции, так как требует специализированных инструментов, достаточно высокой квалификации слесарей.[26]-[27]

Следующий тип подвески включает в себя верхний рычаг и нижний рычаг, они интегрированы в подвеску, которая включает в себя также амортизаторы и пружинные демпфирующие элементы. Двухрычажная подвеска минимизирует боковое движение колес, которое может нарушить поперечную устойчивость автомобиля и привести к более быстрому износу шин, а также минимизирует угловое движение при вертикальном перемещении. Поперечные рычаги позволяют каждому колесу независимо двигаться по неровностям дороги, но при этом оставаться более вертикально относительно дорожного покрытия, что обеспечивает наилучшее сцепление с дорогой. Это самая эффективная подвеска с точки зрения управляемости. Рисунок 8.



Рисунок 8 – Двухрычажная независимая подвеска

Такая подвеска минимизирует потери, связанные с изменением базы автомобиля при движении, но разница в величине хода незначительна. Из-за сложной конструкции эти подвески имеют много дорогостоящих компонентов и являются одним из самых сложных типов подвесок для обслуживания и ремонта. Они требуют специализированных инструментов, оборудования и дополнительных регулировок.[24]

Далее рассмотрим самый известный тип подвески, это подвеска типа MacPherson. Исходя из соотношения цены и качества автомобилей массового рынка, можно сказать, что это самый распространенный и наиболее часто используемый вариант. Давайте рассмотрим этот тип конструкции подробнее. «Подвеска MacPherson широко используется в переднеприводных автомобилях. Как показано на рисунке 9, преимуществами этого типа подвески являются простота конструкции, большой ход подвески и защита от повреждений.»[24]

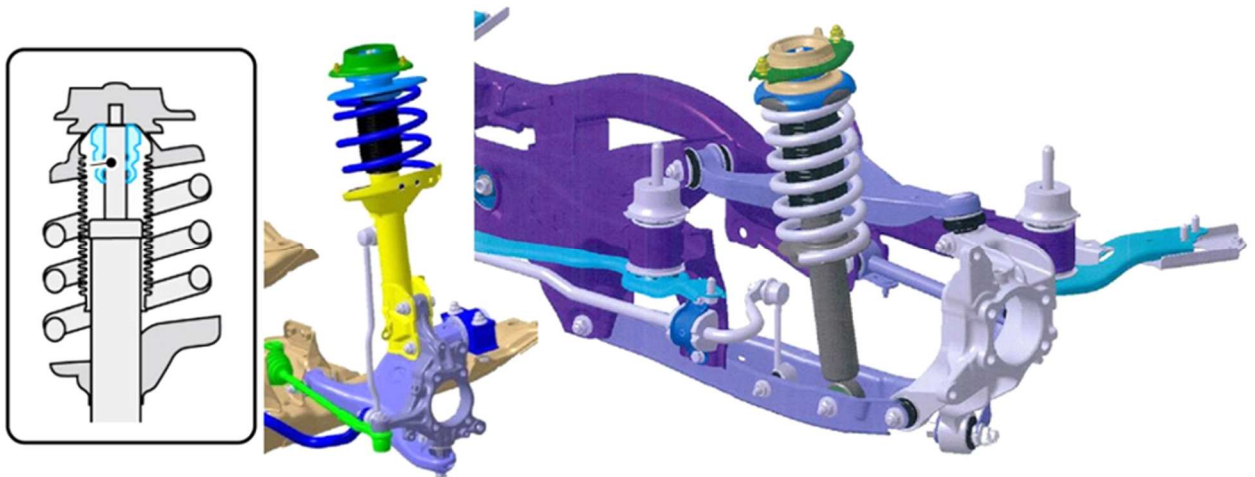


Рисунок 9 – Подвеска МакФерсон

«С другой стороны, из-за конструктивных особенностей подвески, таких как шарнирное крепление амортизаторов и большие ходы. Как правило, система MacPherson состоит из подрамника, который несет нагрузку всей системы,»[25] интегрированной амортизационной стойки, состоящей из демпфирующих и резиновых элементов, шарниров, пружины.

Следующий тип подвески - многорычажная подвеска или ее еще называют многорычажная подвеска. Этот тип подвески обеспечивает хорошую управляемость на дороге. Эксплуатационные расходы высоки, и, кроме того, цена такой подвески гораздо выше. Рисунок 10.

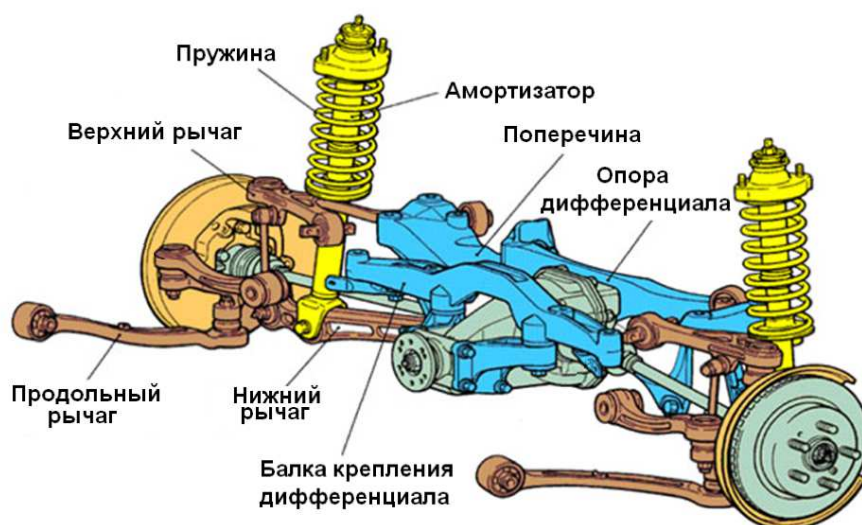


Рисунок 10 – Многорычажная подвеска

«Основными преимуществами многорычажной подвески являются ее конструкция, высокая плавность хода, низкий уровень шума и хорошая управляемость, но недостатки заключаются в том, что она достаточно дорога и сложна в изготовлении и установке, обслуживании и ремонте. Такие подвески очень сложны и требуют специального инструмента, специального оборудования, специальных приспособлений и достаточно высокой квалификации исполнителей. Эта подвеска используется такими производителями, как Audi, Infiniti, Skoda и Nissan.»[26]

«Торсионная балочная подвеска, рисунок 11 - это подвеска, в которой в качестве пружинного элемента используется момент кручения торсионной балки. Торсионные балки представляют собой металлические стержни, которые приводятся в движение кручением и соединены с обоих концов зазубринами. Торсионная балка может состоять из набора пластин, стержней или балок определенного сечения. Преимуществами такой подвески являются долговечность, простота регулировки высоты»[27] и компактный размер, соответствующий ширине автомобиля. Она очень эффективна по сравнению с пружинными подвесками. Недостатками являются меньший комфорт, особенно для пассажиров задних сидений, отсутствие лучшей звукоизоляции, что, соответственно, влияет на комфорт при длительных поездках.

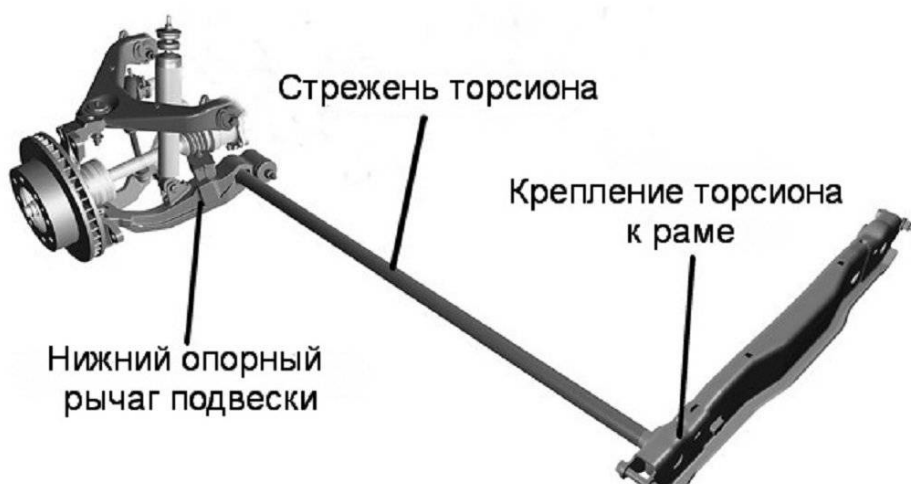


Рисунок 11 – Торсионная подвеска

Техническое обслуживание простое и часто требует только общепринятых инструментов, без необходимости использования специализированных инструментов. В настоящее время этот тип подвески используют такие производители, как Peugeot, Renault, Mitsubishi и Toyota.

«Чтобы обобщить вышеизложенную информацию о существующих типах конструкции подвески, мы перечислили и описали основные элементы, которые преимущественно присутствуют во всех типах подвески. Основным элементом передней подвески является телескопическая стойка подвески, которая обеспечивает функцию демпфирования отбоя и направляющего управления. Она состоит из верхней опоры, передающей нагрузку на кузов, пружины, снижающей динамическую нагрузку на кузов.»[28] Это показано на рисунке 12.

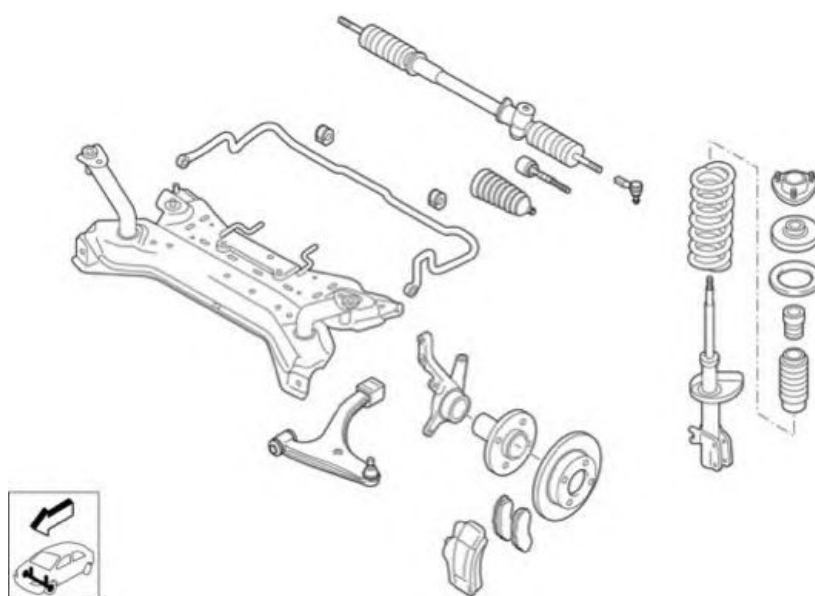


Рисунок 12 – Элементы подвески

Во многих вариантах передняя подвеска оснащена стабилизаторами поперечной устойчивости, для более лучшего прохождения поворотов.

На рисунке 13 показаны характеристики зависимой и независимой

подвесок при поворотах.

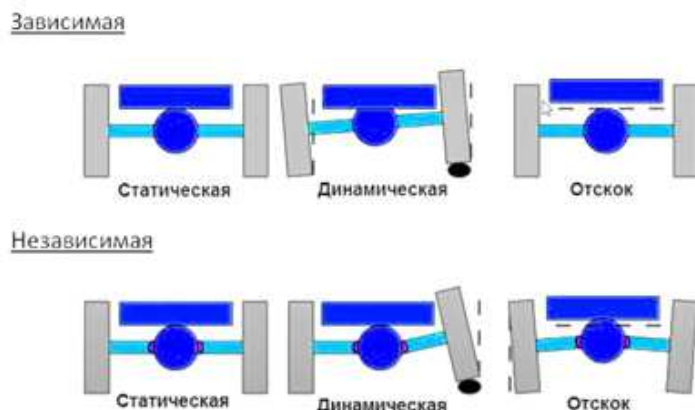


Рисунок 13 – Восприятие нагрузок подвеской

Конечно, здесь невозможно отразить все движения подвески, но этого более чем достаточно для сравнительного понимания основных различий в поведении подвески, как уже было описано. В данном разделе представлен обзор наиболее важных типов подвесок.[29]

1.3 Выбор и обоснование выбранного варианта подвески

При совершенствовании конструкции подвески или разработке подвесок для новых автомобилей всегда стремятся к максимальной унификации производства, чтобы иметь возможность взаимозаменяемости запчастей. Важной особенностью спроектированной подвески является сохранение общей компоновки по сравнению с серийными изделиями, которые доказали свою техническую надежность, долговечность и высокие эксплуатационные характеристики.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес	$n_k = 2$
Собственная масса, кг	$m_o = 1230$
Количество мест	5
Максимальная скорость, м/с	$V_{max} = 51,67$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с	$\omega_{max} = 680,7$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с	$\omega_{min} = 88$
Коэффициент аэродинамического сопротивления	$C_x = 0,38$
Величина максимально преодолеваемого подъема	$\alpha_{max} = 0,20$
Коэффициент полезного действия трансмиссии	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,00$
Коэффициент сопротивления качению	$f_{ko} = 0,010$
Число передач в коробке передач	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось	51
задняя ось	49
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л	$\rho_t = 0,72$ »[22]

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

«а) Определение полного веса и его распределение по осям»[22]

$$G_A = G_o + G_n + G_b, \quad (1)$$

«где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;»[22]

$$G_o = m_o \cdot g = 1230 \cdot 9,807 = 12063 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 12063 + 3678 + 490 = 16231 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 51 = 16231 \cdot 51 = 8278 \text{ Н} \quad (6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 49 = 16231 \cdot 49 = 7953 \text{ Н} \quad (7)$$

«б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 195/55 R16.»[22]

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (8)$$

«Где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 195$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,55$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 406,4$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины.»[22]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 406,4 + 0,55 \cdot 0,85 \cdot 195) \cdot 10^{-3} = 0,294 \text{ м} \quad (9)$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (10)$$

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

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,784.»[22]

$$U_0 = (0,294 \cdot 680,7) / (0,784 \cdot 51,67) = 3,938 \quad (11)$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

«Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении.»[22]

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (12)$$

«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:»[22]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (13)$$

$$\psi_v = 0,010 \cdot (1 + 51,67^2 / 2000) = 0,023$$

$$N_v = (16231 \cdot 0,023 \cdot 51,67 + 0,38 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 51,67^3 / 2) / 0,91 =$$

95983 Вт

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (14)$$

«где a, b, c – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$).»[22]

$$N_{MAX} = 95983 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 96478 \text{ Вт} \quad (15)$$

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана:»[22]

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (16)$$

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

Определение значений крутящего момента производится по формуле и приведены в таблице 1:

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (17)$$

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, n_e об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
840	88	14,6	166,3
1290	135	23,4	173,4
1740	182	32,6	178,9
2190	229	41,9	182,8
2640	276	51,2	185,2
3090	324	60,2	186,0
3540	371	68,7	185,3
3990	418	76,4	182,9
4440	465	83,2	179,0
4890	512	88,9	173,5
5340	559	93,1	166,5
5790	606	95,7	157,8
6240	653	96,5	147,6
6690	701	95,2	135,8
6500	681	96,0	141,0

n_e - обороты двигателя, об/мин;»[22]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (18)$$

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:»[22]

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (19)$$

«где ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма ($\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$).»[22]

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,20 = 0,223 \quad (20)$$

$$U_1 \geq 16231 \cdot 0,223 \cdot 0,294 / (186,0 \cdot 0,91 \cdot 3,938) = 1,601$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (21)$$

«где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8278 \cdot 0,9 = 7450$ Н, m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).»[22]

$$U_1 \leq 7450 \cdot 0,8 \cdot 0,294 / (186,0 \cdot 0,91 \cdot 3,938) = 3,636$$

«Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,600$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен:»[22]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,600 / 0,784)^{1/4} = 1,464 \quad (22)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,600 / 1,464 = 2,459; \quad (23)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,459 / 1,464 = 1,680; \quad (24)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,680 / 1,464 = 1,148; \quad (25)$$

$$U_5 = 0,784. \quad (26)$$

Расчетные данные в таблице 2.

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

«Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов колен вала:» [22]

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (27)$$

Таблица 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
840	1,8	2,7	3,9	5,7	8,4
1290	2,8	4,1	6,0	8,8	12,9
1740	3,8	5,5	8,1	11,9	17,4
2190	4,8	7,0	10,2	14,9	21,9
2640	5,7	8,4	12,3	18,0	26,4
3090	6,7	9,8	14,4	21,1	30,9
3540	7,7	11,3	16,5	24,1	35,3
3990	8,7	12,7	18,6	27,2	39,8
4440	9,7	14,1	20,7	30,3	44,3
4890	10,6	15,6	22,8	33,4	48,8
5340	11,6	17,0	24,9	36,4	53,3
5790	12,6	18,4	27,0	39,5	57,8
6240	13,6	19,9	29,1	42,6	62,3
6690	14,5	21,3	31,2	45,6	66,8
6500	14,1	20,7	30,3	44,3	64,9

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{К.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (28)$$

«Расчетные данные в таблице 3.

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обор двс, пе об/мин	ила тяги на передаче, км	ила тяги на передаче, км	ила тяги на передаче, км	ила тяги на передаче, км	ила тяги на передаче, км
840	7287	4978	3401	2323	1587
1290	7598	5191	3546	2422	1655
1740	7840	5356	3659	2499	1707
2190	8013	5474	3740	2555	1745
2640	8118	5545	3788	2588	1768
3090	8153	5569	3805	2599	1776
3540	8119	5546	3789	2588	1768
3990	8017	5476	3741	2556	1746
4440	7845	5359	3661	2501	1708
4890	7605	5195	3549	2424	1656
5340	7295	4984	3404	2326	1589
5790	6917	4725	3228	2205	1506
6240	6470	4420	3019	2063	1409
6690	5954	4067	2778	1898	1297
6500	6180	4222	2884	1970	1346

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.8 Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху:»[22]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (29)$$

«Сила сопротивления качению:»[22]

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (30)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (31)$$

«Полученные данные заносим в таблицу 4 и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости.

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	162	162
5	12	164	177
10	49	170	220
15	111	181	291
20	197	195	391
25	307	213	520
30	442	235	678
35	602	262	864
40	786	292	1078
45	995	327	1322
50	1228	365	1594
55	1486	408	1894
60	1769	454	2223
65	2076	505	2581

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (32)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (33)$$

По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу и представляют графически.»[22]

Расчетные данные в таблице 5.

Таблица 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
840	0,449	0,307	0,209	0,142	0,096
1290	0,468	0,319	0,217	0,147	0,097
1740	0,483	0,329	0,223	0,150	0,096
2190	0,493	0,336	0,227	0,151	0,093
2640	0,499	0,340	0,229	0,150	0,088
3090	0,501	0,340	0,228	0,147	0,081
3540	0,498	0,338	0,225	0,142	0,071
3990	0,492	0,333	0,220	0,135	0,060
4440	0,481	0,324	0,213	0,126	0,046
4890	0,465	0,313	0,203	0,116	0,030
5340	0,445	0,298	0,191	0,103	0,012
5790	0,421	0,281	0,177	0,089	-0,008
6240	0,393	0,260	0,160	0,072	-0,031
6690	0,360	0,237	0,142	0,054	-0,055
6500	0,375	0,247	0,150	0,062	-0,045

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (34)$$

«Где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[22]

$$\Psi = f + i$$

« i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).»[22]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KII}^2), \quad (35)$$

«где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$.»[22]

Расчетные данные в таблице 6, таблице 7 и таблице 8.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δ_{BP}	1,419	1,211	1,115	1,070	1,048

Таблица 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
840	3,03	2,40	1,75	1,21	0,80
1290	3,17	2,50	1,82	1,25	0,81
1740	3,27	2,58	1,88	1,28	0,79
2190	3,34	2,64	1,91	1,28	0,75
2640	3,38	2,67	1,92	1,27	0,70
3090	3,39	2,67	1,91	1,23	0,62
3540	3,37	2,65	1,88	1,18	0,51
3990	3,33	2,60	1,83	1,11	0,39
4440	3,25	2,54	1,76	1,02	0,24
4890	3,14	2,44	1,67	0,92	0,07
5340	3,01	2,32	1,57	0,79	-0,12
5790	2,84	2,18	1,44	0,65	-0,33
6240	2,64	2,01	1,29	0,49	-0,56
6690	2,42	1,82	1,12	0,31	-0,82
6500	2,51	1,90	1,19	0,39	-0,71

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

«Таблица 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
840	0,33	0,42	0,57	0,83	1,25
1290	0,32	0,40	0,55	0,80	1,24
1740	0,31	0,39	0,53	0,78	1,26
2190	0,30	0,38	0,52	0,78	1,33
2640	0,30	0,38	0,52	0,79	1,44
3090	0,29	0,37	0,52	0,81	1,62
3540	0,30	0,38	0,53	0,85	1,95
3990	0,30	0,38	0,55	0,90	2,57
4440	0,31	0,39	0,57	0,98	4,12
4890	0,32	0,41	0,60	1,09	13,44
5340	0,33	0,43	0,64	1,26	-8,63
5790	0,35	0,46	0,70	1,54	-3,05
6240	0,38	0,50	0,78	2,05	-1,78
6690	0,41	0,55	0,90	3,26	-1,22
6500	0,40	0,53	0,84	2,59	-1,41

n_e - обороты двигателя, об/мин;

2.1.12 Время и путь разгона

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин:»[22]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (36)$$

«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:»[22]

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (37)$$

«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:»[22]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (38)$$

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

«где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 , [6]

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице 9:

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Время, с
0-5	152	0,8
0-10	457	2,3
0-15	824	4,1
0-20	1279	6,4
0-25	1861	9,3
0-30	2603	13,0
0-35	3527	17,6
0-40	4685	23,4
0-45	6130	30,6

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 :»[22]

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (39)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

до скорости V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$ [6]

Результаты расчёта заносятся в таблицу 10:»[22]

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диапазон скорости, V_A м/с	Площадь, $мм^2$	Путь, м
0-5	38	2
0-10	266	13
0-15	725	36
0-20	1522	76
0-25	2832	142
0-30	4873	244
0-35	7875	394
0-40	12217	611
0-45	18358	918

V_A – Скорость автомобиля в метрах в секунду, м/с;

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:»[22]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (40)$$

«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.»[22] Расчетные данные в таблице 11 и таблице 12.

Таблица 11 - Мощностной баланс

Обороты дв-ля, об/мин	Мощность на колесе, кВт
840	13,3
1290	21,3
1740	29,7
2190	38,2
2640	46,6
3090	54,8
3540	62,5
3990	69,5
4440	75,7
4890	80,9
5340	84,7
5790	87,1
6240	87,8
6690	86,6
6500	87,3

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	0,8	0,9
10	0,5	1,7	2,2
15	1,7	2,7	4,4
20	3,9	3,9	7,8
25	7,7	5,3	13,0
30	13,3	7,1	20,3
35	21,1	9,2	30,2
40	31,4	11,7	43,1
45	44,8	14,7	59,5
50	61,4	18,3	79,7
55	81,7	22,4	104,2
60	106,1	27,3	133,4
65	134,9	32,8	167,8

V_A – Скорость автомобиля в метрах в секунду, м/с;

2.1.14 Топливо-экономическая характеристика

«Для получения топливо-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.»[22]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (41)$$

«Где $g_{E \min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.»[22]

$$K_{II} = 1,152 \cdot II^2 - 1,728 \cdot II + 1,523 \quad (42)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (43)$$

$$II = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (44)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу 13 и представляют в виде графика.»[22]

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	II	E	K_{II}	K_E	Q_s
840	8,4	0,128	0,136	1,321	1,185	4,3
1290	12,9	0,155	0,208	1,282	1,143	5,1
1740	17,4	0,196	0,281	1,228	1,107	6,2
2190	21,9	0,250	0,354	1,163	1,077	7,4
2640	26,4	0,317	0,426	1,091	1,052	8,7
3090	30,9	0,398	0,499	1,017	1,033	10,1
3540	35,3	0,496	0,572	0,949	1,020	11,5
3990	39,8	0,613	0,645	0,896	1,012	13,1
4440	44,3	0,754	0,717	0,875	1,010	15,4
4890	48,8	0,922	0,790	0,909	1,013	19,0
5340	53,3	1,127	0,863	1,038	1,022	25,7
5790	57,8	1,378	0,935	1,329	1,036	38,7
6240	62,3	1,692	1,008	1,898	1,056	64,7

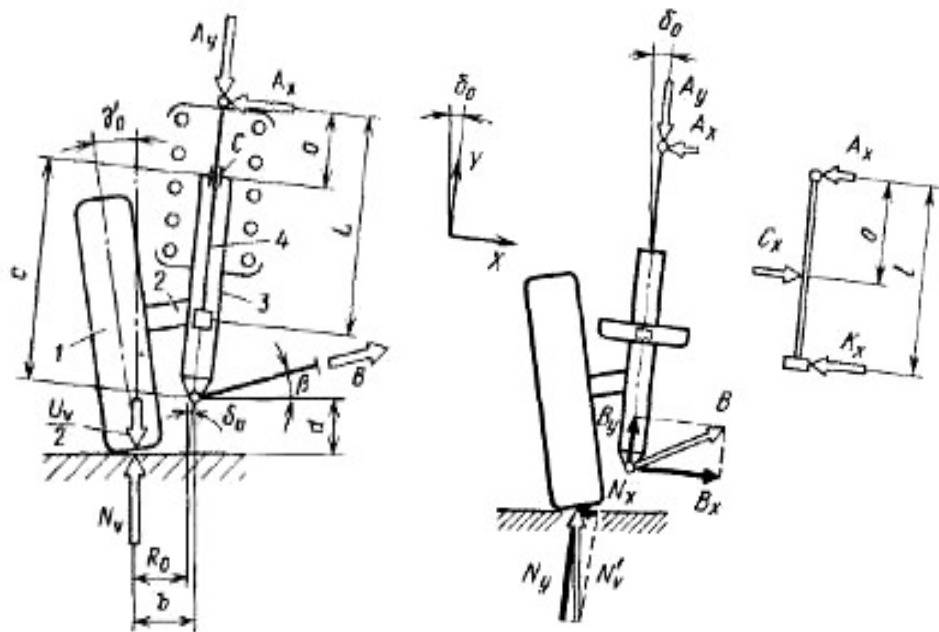
Все графики, построенные на основе данных таблиц этого подраздела, можно найти в Приложении А и на листе А1 данной работы.

2.2 Расчет подвески автомобиля LADA Vesta

«Исходные данные

Снаряженная масса	$m_o = 1230$ кг
Масса колеса	$m_k = 15$ кг
Угол наклона оси поворота колеса	$\delta_o = 2^\circ$
Плечо обкатки	$R_o = 0,019$ м
Угол наклона нижнего рычага к оси X	$\beta = 30^\circ$

Силы, действующие в подвеске Макферсон, показаны на рисунке 14. »[5]



а) на неподвижном автомобиле; б) разложенные по осям X и Y, которые повернуты на угол наклона оси поворота колеса δ

Рисунок 14 – Силы, действующие в подвеске Макферсон

Зададим геометрические параметры подвески в соответствии с обозначениями, приведенными на рисунке 14:

$$c = 0,338 \text{ м}; o = 0,132 \text{ м}; d = 0,35 \text{ м}.$$

«Нагрузка на колеса

Масса автомобиля в снаряженном состоянии составляет:

$$m_{a1} = m_o$$

Проектная (конструктивная) нагрузка автомобиля: »[5]

$$m_{a2} = m_o + 3 \cdot m_{ч}$$

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

Полная нагрузка автомобиля, соответствующая полной массе автомобиля: »[5]

$$m_{a3} = m_o + 5 \cdot m_{ч} + 5 \cdot m_b \quad (45)$$

«Распределение массы автомобиля по осям»[5]

$$m_n = m_a \cdot k_a \quad (46)$$

$$m_z = m_a \cdot (1 - k_a) \quad (47)$$

«где m_n – масса, приходящаяся на переднюю ось,

m_z – масса, приходящаяся на заднюю ось,

k_a – коэффициент развесовки. Примем:

⇒ для снаряженного состояния: $k_{a1} = 0,63$;

⇒ для проектной нагрузки: $k_{a2} = 0,56$;

⇒ для полной нагрузки: $k_{a3} = 0,51$. Нагрузка, приходящаяся на ось автомобиля: »[5]

$$G_n = m_n \cdot g \quad (48)$$

$$G_z = m_z \cdot g \quad (49)$$

«Нагрузка, приходящаяся на колесо передней оси автомобиля: »[5]

$$N_v = G_n / 2 \quad (50)$$

«Полученные результаты для передней оси автомобиля представлены в таблице 14. »[5]

Таблица 14 – Полученные результаты

Параметр	Загрузка автомобиля		
	Снаряженная	Пр оектная	Полная
Коэффициент развесовки	0,63	0,56	0,51
Масса а/м, кг	1230	1455	1623
Масса а/м на переднюю ось, кг	627	742	844
Нагрузка на переднюю ось а/м, Н	6149	7277	8278
Нагрузка на передние колеса а/м, Н	3074	3638	4139

«Поддрессоренные и неподдрессоренные массы

Масса неподдрессоренных частей передней оси автомобиля: »[5]

$$m_{нп} = 2 \cdot m_k \cdot k_{нп}, \quad (51)$$

«где $k_{нп}$ – коэффициент неподдрессоренных масс, для передней оси а/м примем $k_{нп} = 2$. »[5]

$$m_{нп} = 2 \cdot 15 \cdot 2 = 60 \text{ (кг)}$$

«Масса поддрессоренных частей передней оси автомобиля: »[5]

$$m_{пм} = m_n - m_{нп} \quad (52)$$

«Полученные результаты для передней оси автомобиля представлены в таблице 15. »[5]

Таблица 15 – Данные передней подвески

Параметр	Загрузка автомобиля		
	Снаряженная	Проектная	Полная
Поддрессоренная масса передней оси а/м, кг	567	682	784

«Определение статических нагрузок в пружине и шарнирах »[5]

«Уравнение моментов относительно точки В с учетом нагрузки N_v на колесо и обозначений расстояний, приведенных на рисунке 13: »[5]

$$A_x \cdot (c + o) = N_v \cdot b, \quad (53)$$

$$b = R_o + d \cdot \text{tg}(\delta_o) \quad (54)$$

$$b = 0,0312 \text{ (м)}$$

«где A_x – сила нагружающая шток амортизатора на изгиб;

N_v – нормальная (вертикальная) нагрузка, действующая на кузов. »[5]

$$N_v = (N_v - U_y) / 2, \quad (55)$$

«где U_y – вес неподдрессоренных частей»[5]

$$U_y = m_{нп} \cdot g \quad (56)$$

$$U_y = 60 \cdot 9,81 = 588,42 \text{ (Н)}$$

«Таким образом, сила, нагружающая шток амортизатора на изгиб: »[5]

$$A_x = N'_v \cdot b / (c + o) \quad (57)$$

«Поскольку сумма всех сил в направлении оси Y равна нулю, статическая нагрузка на пружину: »[5]

$$A_Y = N_Y + B_Y, \quad (58)$$

«где N_Y – составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси Y , Н;

B_Y – составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси Y , Н. »[5]

$$N_Y = N_v \cdot \cos(d_0) \quad (59)$$

$$B_Y = B_x \cdot \operatorname{tg}(b + d_0) \quad (60)$$

«Принимая $\Sigma F_x = 0$ можно определить силу B_x , приложенную в нижней опоре амортизатора и направленную вдоль оси X : »[5]

$$B_x = A_x + N_x, \quad (61)$$

«где N_x – составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль

$$\text{оси } X, \text{ Н. } \quad N_x = N_v \cdot \sin(\delta_0) \quad (62)$$

«Полученные результаты для передней оси автомобиля представлены в таблице 16. »[5]

Таблица 16 – Результаты для передней оси

Параметр	Загрузка автомобиля		
	Снаряженная	Проектная	Полная
Нормальная нагрузка, действующая на кузов, Н	3136	3373	3546
Составляющая реакции дороги на колесо, направленная перпендикулярно оси амортизатора, Н	109	118	124
Составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси амортизатора, Н	3134	3371	3544
Реакция в нижней опоре амортизатора, направленная перпендикулярно оси амортизатора, Н	318	342	359
Реакция в нижней опоре амортизатора, направленная вдоль оси амортизатора, Н	199	214	225
Сила, нагружающая шток амортизатора на изгиб, Н	208	224	236
Статическая нагрузка на пружину, Н	3333	3584	3768

«Определение параметров шин

На автомобиле установлены радиальные шины 195/55 R16. Выполним проверочный расчет шины на грузоподъемность: Наружный диаметр шины можно: »[5]

$$d_{ш} = d_0 + 2 \cdot B \cdot (H/B) \quad (63)$$

«где d_0 – посадочный диаметр, м, $d_0 = 0,406$ м;

B – ширина профиля шины, м, $B = 0,195$ м;

H/B – отношение высоты профиля к ширине профиля, $H/B = 0,55$. »[5]

$$d_{ш} = 0,406 + 2 \cdot 0,195 \cdot 0,55 = 0,621 \text{ (м)}$$

Радиус колеса:

$$r_k = \frac{d_{ш}}{2} \quad (64)$$

$$r_k = 0,621 / 2 = 0,310 \text{ (м)}$$

Грузоподъемность шины:

$$G_{ш} = \frac{d_{ш} \cdot B}{d_0 + B} \cdot K_{ш} \cdot B^2 \quad (65)$$

«где $K_{ш}$ – коэффициент грузоподъемности шины, $K_{ш} = 0,15 \dots 0,17$ МПа, примем $K_{ш} = 0,16$ МПа; »[5]

$$G_{ш} = \frac{0,621 + 0,195}{0,406 + 0,195} \cdot 0,16 \cdot 0,195^2 = 8260,5 \text{ (Н)}$$

«Значение $G_{ш}$ должно превышать максимальную нагрузку, приходящуюся на колесо, т.е. должно выполняться условие: »[5]

$$G_{ш} > N_v \quad (66)$$

$$8260,5 \text{ (Н)} > 4139 \text{ (Н)}$$

«Следовательно, условие выполнено.

Расчет упругого элемента подвески »[5]

«Исходя из рекомендаций, для обеспечения у автомобиля высокой плавности хода желаемая собственная частота колебаний поддресоренных масс

передней подвески должна быть в диапазоне 55...80 мин⁻¹ (0,9...1,3 Гц). Таким образом примем значение собственной частоты колебаний передней подвески: »[5]

$$n_{II} = 67 \text{ мин}^{-1} (1,12 \text{ Гц})$$

«Тогда жесткость передней подвески: »[5]

$$C = 5,59 \cdot 10^{-6} \cdot n_{II}^2 \cdot (m_{II} - m_{HM}) \quad (67)$$

$$C = 18,14 \text{ (кг/см)}$$

«При проектировании подвески расчетной является

конструктивная нагрузка, приходящиеся на ось.

Требуемая жесткость пружины определяется исходя из жесткости подвески: »[5]

$$C_{II} = i_y^2 \cdot C, \quad (68)$$

«Где i_y – мгновенная передаточная функция направляющего аппарата подвески в статике по силам, определяемая соотношением: »[5]

$$i_y = A_y / N_v \quad (69)$$

$$i_y = 1,063$$

$$C_{II} = 19,28 \text{ (кг/см)}$$

При последовательном соединении упругих элементов формула для определения их суммарной жесткости принимает вид: »[5]

$$C_{II\Sigma} = C_{o_{II}} \cdot C_{d_{II}} / (C_{o_{II}} + C_{d_{II}}) \quad (70)$$

«Исходя из анализа конструкций аналогов примем следующие предвари- тельные значения жесткости пружин: »[5]

$$C_{o_{II}} = 50 \text{ (кг/см)}$$

$$C_{d_{II}} = 30 \text{ (кг/см)}$$

$$C_{II\Sigma} = 18,8 \text{ кг/см}$$

«Определим число рабочих витков пружины: »[5]

$$z = \frac{G_{II} \cdot d_{II}^4}{8 \cdot C_{II} \cdot D_{CP}} \quad (71)$$

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

d_{II} – диаметр прутка, мм; примем $d_{II}^o = 12,8$ мм, $d_{II}^d = 12,4$ мм;

D_{CP} – средний диаметр пружины, мм; примем $D_{CP}^o = D_{CP}^d = 120$ мм.

$$z^o = 3,03 \Rightarrow \text{примем число рабочих витков } z^o = 3$$

$$z^d = 4,45 \Rightarrow \text{примем число рабочих витков } z^d = 4$$

Полное число витков пружины: »[5]

$$z_{II} = z + 4/3 \quad (72)$$

$$z_{II}^o = 4,33$$

$$z_{II}^d = 5,33$$

«Фактическую жесткость пружин: »[5]

$$C_{II} = \frac{G_{II} \cdot d_{II}^4}{8 \cdot z \cdot D_{CP}^3} \quad (73)$$

$$C_{II}^o = 35,0 \text{ кг/см}$$

$$C_{II}^d = 25,0 \text{ кг/см}$$

$$C_{\Sigma} = 14,6 \text{ кг/см}$$

Фактическую же жесткость подвески:

$$C_{II} = C_{\Sigma} / i^2 \quad (74)$$

$$C_{II} = 12,93 \text{ кг/см}$$

Нагрузка на колесо:

$$P_k = (N_v - m_{II} \cdot g) \cdot i_Y \quad (75)$$

Таким образом:

при снаряженной нагрузке

$$P_{C_k} = 2642,2 \text{ (Н)}$$

при конструктивной нагрузке

$$P_{K_k} = 3241,7 \text{ (Н) при полной}$$

нагрузке

$$P_{II_k} = 3774,3 \text{ (Н) Статический}$$

прогиб пружин:

$$f = \frac{P_k}{C} \quad (76)$$

$$f^0_{CT} = 86,3 \text{ (мм)}$$

$$c_T = 120,6 \text{ (мм)}$$

«Суммарный статический прогиб пружин: »[5]

$$f^{\Sigma}_{CT} = f^0_{CT} + f^I_{CT} \quad (77)$$

$$f^{\Sigma}_{CT} = 206,9 \text{ (мм)}$$

«Частота свободных колебаний: »[5]

$$n_0 = \sqrt{\frac{300^2}{f^{\Sigma}_{CT}}} \quad (78)$$

$$n_0 = 66,0 \text{ (рад/мин)}$$

«Полученное значение частоты укладывается в рекомендуемый интервал. Определим полный ход пружины»[5]

$$h = K \cdot \frac{P_{KP}}{C_{II}} \quad (79)$$

«где K – коэффициент динамичности; примем $K^o = 1,6$, $K^I = 1,0$ »[5]

$$h^o_{II} = 158 \text{ (мм)}$$

$$h = 138 \text{ (мм)}$$

«Длина пружины, сжатой до соприкосновения витков: »[5]

$$H_3 = (z_{II} + 1) \cdot d_{II} + 0,25 \cdot z_{II} + 0,5 \cdot d_{II} \quad (80)$$

$$H^o_3 = 76 \text{ (мм)}$$

$$H^I_3 = 86 \text{ (мм)}$$

$$H_2 = H_3 + z_{II} \cdot \Delta \quad (81)$$

«где Δ – коэффициент динамичности минимальный зазор между витками,

примем $\Delta = 2 \text{ мм}$. »[5]

$$H^o_2 = 84 \text{ (мм)}$$

$$H^I_2 = 97 \text{ (мм)}$$

«Найдем длину пружины в свободном состоянии: »[5]

$$H_0 = H_3 + h_{II} \quad (82)$$

$$H^o_0 = 242 \text{ (мм)}$$

$$H_0^d = 235 \text{ (мм)}$$

«Определим статический прогиб: »[5]

$$h_{CT} = \frac{P_{CK}}{C_{II}} \quad (83)$$

$$h_{CT}^o = 86 \text{ (мм)}$$

$$h_{CT}^d = 121 \text{ (мм)}$$

«Тогда длина пружины под статической нагрузкой: »[5]

$$H_1 = H_0 + h_{CT} \quad (84)$$

$$H_1^o = 156 \text{ (мм)}$$

$$H_1^d = 114 \text{ (мм)}$$

«Нагрузка пружины при статической длине: »[5]

$$P_1 = P_K \quad (85)$$

$$P_1^o = P_1^d = 3019,8 \text{ (Н)}$$

«Нагрузка пружины при полном динамической ходе сжатия: »[5]

$$P_2 = (H_0 - H_2) \cdot C_{II}$$

$$P_2^o = 5529 \text{ (Н)}$$

$$P_2^d = 3455 \text{ (Н)}$$

«Нагрузка пружины, сжатой до соприкосновения витков, равна: »[5]

$$P_3 = (H_0 - H_3) \cdot C_{II} \quad (86)$$

$$P_3^o = 5832 \text{ (Н)}$$

$$P_3^d = 3722 \text{ (Н)}$$

«Определение напряжений в пружинах

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

Напряжения в цилиндрической пружине, свитой из прутка круглого сечения, для любой нагрузки: »[5]

$$t = \frac{8 \cdot k \cdot D_{CP} \cdot P}{\pi \cdot d_{IP}^3} \quad (87)$$

«где P – действующая нагрузка;

k – коэффициент формы пружины, учитывающий концентрацию напряжений на внутренней поверхности витка от кривизны прутка и действия поперечной силы. »[5]

$$k = 1 + 1,5 \cdot \frac{d_{PP}}{D_{CP}} \quad (88)$$

$$k^o = 1,16$$

$$k^d = 1,16$$

«Касательное напряжение при статической нагрузке: »[5]

$$t_{CT}^o = 510 \text{ (МПа)}$$

$$t_{CT}^d = 559 \text{ (МПа)}$$

«Касательное напряжение при динамической нагрузке»[5]

$$t_D^o = 934 \text{ (МПа)}$$

$$t_D^d = 1023 \text{ (МПа)}$$

«Касательное напряжение при нагрузке замыкания пружин: »[5]

$$t_3^o = 986 \text{ (МПа)}$$

$$t_3^d = 1080 \text{ (МПа)}$$

«Предел прочности для стали 60С2Г по ТУ 14-1-530-73 составляет:
»[5]

$$G_S = 147 \text{ кгс/мм}^2 = 1470 \text{ МПа}$$

«Условие работоспособности пружин выглядит следующим образом: »[5]

$$\frac{t_{MAX}}{G_S} < 0,85 \quad (89)$$

«Проверим для основной пружины: »[5]

$$\frac{t_{MAX}}{G_S} = 0,73 < 0,85 \Rightarrow \text{условие выполнено.}$$

$$\frac{t_{MAX}}{G_S} = 0,80 < 0,85 \Rightarrow \text{условие выполнено.}$$

«Следует отметить также, что реальные касательные напряжения в пружинах меньше расчетных из-за наличия обратных остаточных напряжений от холодной осадки пружины, величина которой составляет 2,5...3,5 мм. »[5]

«Определение упругой характеристики подвески

Ход отбоя следует предусмотреть не менее 65 мм. В данном случае исходным положением является автомобиль, загруженный водителем и двумя пассажирами массой по 75 кг каждый (конструктивная масса автомобиля). »[5]

$$f_{отб} = 75 \text{ (мм)}$$

«При допустимой (полной) нагрузке на переднюю ось должна быть предусмотрена возможность хода сжатия до буфера подвески не менее 55 мм. »[5]

$$f_{сж} = 70 \text{ (мм)}$$

«Из анализа различных легковых автомобилей следует, что ход подвески между конструктивной и полной массами автомобиля составляет 10...50 мм, т.е. максимальный ход сжатия: »[5]

$$f_c = 90 \text{ (мм) Максимальная нагрузка на}$$

колесо:

$$P_{кмаx} = k_d \cdot P_{пк} \quad (90)$$

«Где k_d – коэффициент динамичности, примем $k_d = 1,6$. »[5]

$$P_{кмаx} = 5529 \text{ (Н)}$$

«Жесткость резиновых буферов: »[5]

$$C_{отб_б} = 69,2 \text{ (кг/см)}$$

$$C_{сж_б} = 25,0 \text{ (кг/см)}$$

«Упругая характеристика представлена в виде таблицы 17, а также в виде графика на рисунке 15. »[5]

Таблица 17 – Упругая характеристика

Ход подвески f , мм							
– 75	– 40	– 19	0	14	35	70	90
Сила на колесе P , Н							
– 121	2755	3020	3272	3455	3722	4466	5529

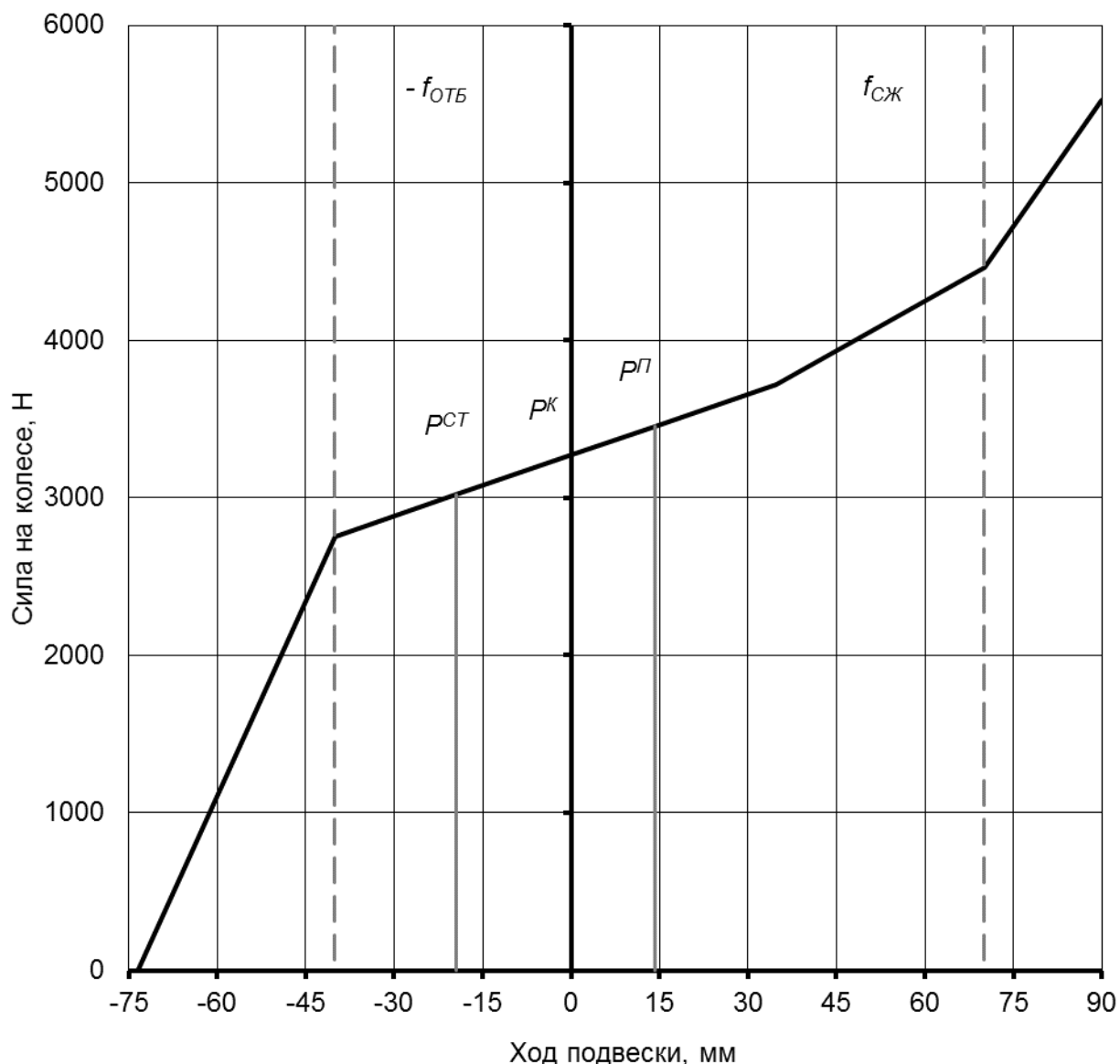


Рисунок 15 – Упругая характеристика передней подвески

«Расчет угловой жесткости подвески

Суммарная угловая жесткость передней и задней подвески должна быть такой, чтобы характеристика крена кузова автомобиля от бокового ускорения не превышала некоторых наперед заданных значений. Распределение суммарной угловой жесткости по осям может быть различным. За его счет конструктор имеет возможность повлиять на некоторые характеристики управляемости автомобиля. В частности, большая угловая жесткость задней подвески приводит к повышенной склонности к заносу задней оси. »[5]

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

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

При этом подвеска наружного колеса совершает ход сжатия,

внутреннего

колеса – ход отбоя. Нормальная жесткость подвески определяется по формуле: »[5]

$$C_N = (C_{отб} + C_{сж}) \cdot i_Y \quad (91)$$

$C_N = 31 \text{ (кг/см)}$ Угловая жесткость подвески:

$$C_Y = 0,25 \cdot B^2 \cdot C_N \quad (92)$$

«где B – передняя колея автомобиля, мм, $B = 1510 \text{ мм}$.

$C_Y = 17671 \text{ (Нм/рад)}$ Угол крена подвески

определяется»[5]:

$$\varphi = \frac{m_0 \cdot j_Y \cdot h_g}{C_Y - m_0 \cdot g \cdot h_g} \quad (93)$$

« h_g – центр крена автомобиля, мм, $h_g = 755 \text{ мм}$ »[5]

$$\varphi = 0,150 \text{ (рад)} = 8,58 \text{ (}^\circ\text{)}$$

«Угол крена не должен превышать $4^\circ \Rightarrow$ условие не выполняется.

Необходимую дополнительную жесткость подвески найдем из условия равенства крена: »[5]

$$C_{Y2} = m_0 \cdot g \cdot h_g + \frac{m_0 \cdot j_Y \cdot h_g}{\varphi} \quad (94)$$

«где φ – максимально допустимый угол крена, мм, $\varphi = 4^\circ = 0,070 \text{ рад}$. »[5]

$$C_{Y2} = 29794 \text{ (Нм/рад)}$$

$$\Delta C_Y = C_{Y2} - C_Y \quad (95)$$

$$\Delta C_Y = 13575 \text{ (Нм/рад)}$$

Стабилизатор поперечной устойчивости

Стабилизаторы являются одним из элементов подвески, улучшающих устойчивость. Стабилизаторы сконструированы следующим образом. «Кронштейн стабилизатора соединен с рычагом подвески коротким кронштейном с двумя головками. Нижняя головка имеет резинометаллический шарнир, через который проходят винты для соединения кронштейна с рычагом подвески; вторая головка имеет резиновую втулку, через которую проходит конец противооткатной балки; третья головка имеет резиновую втулку, через которую проходит конец противооткатной балки; третья головка имеет резиновую втулку, через которую проходит конец противооткатной балки. Центральная (торсионная) часть стабилизатора закреплена в пазу корпуса двумя кронштейнами, в которых расположены подшипники. Торсионная балка используется для уменьшения боковых колебаний пружинных элементов. Это увеличивает угловую жесткость подвески и уменьшает угол крена пружинного элемента при воздействии на автомобиль боковых сил. Увеличение угловой жесткости передней или задней подвески приводит к увеличению динамического распределения нагрузки между внутренними и внешними колесами оси.»[5] Это приводит к увеличению среднего угла отклонения этих колес оси при постоянных силовых нагрузках на колеса оси. Схема стабилизаторов показана на рисунке 16.

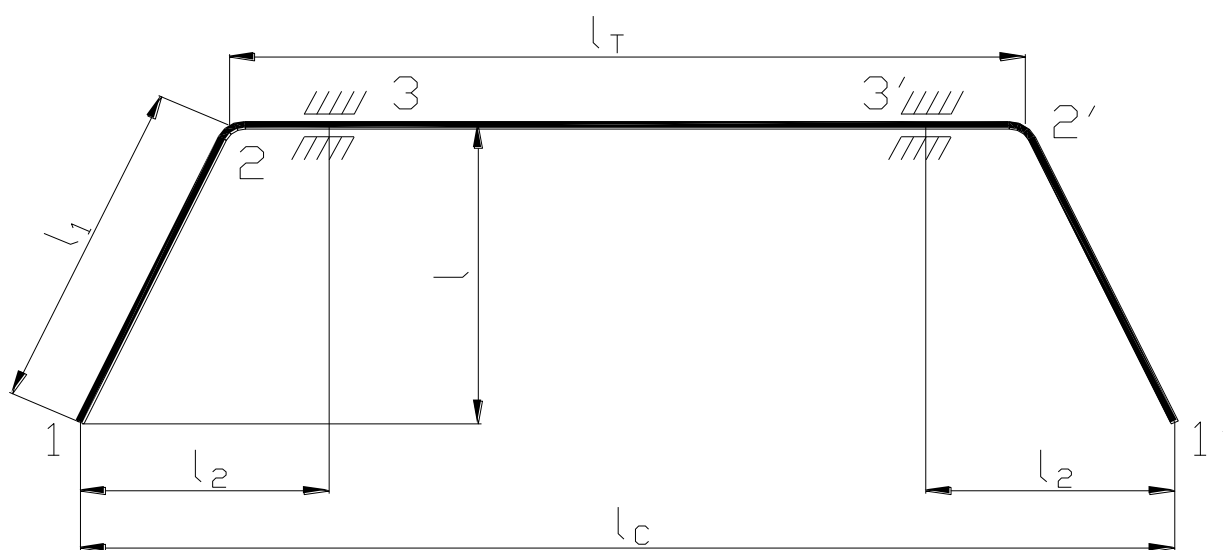


Рисунок 16 – Схема стабилизатора поперечной устойчивости [5]

«Исходные данные для проведения расчета стабилизатора:

Перемещение одного конца стабилизатора относительно другого: »[5]

$$f_c = 105 \text{ (мм)}$$

Геометрические параметры стабилизатора, в соответствии с рисунком:

$$l_c = 1726 \text{ (мм)}; l = 200 \text{ (мм)}; l_1 = 210 \text{ (мм)}; l_T = 1400 \text{ (мм)}; l_2 = 163 \text{ (мм)}; d = 22 \text{ (мм)};$$

$$E = 2000000 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

Жесткость стабилизатора:

$$C_T = \frac{3 \cdot E \cdot J}{4 \cdot l_T^2 + 2 \cdot l_1^3 + l_2^2 \cdot (l_c - 2 \cdot l_2)}, \quad (96)$$

где J – момент инерции,
см⁴.

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad (97)$$

$$J = 1,150 \text{ (см}^4\text{)}$$

$$C_T = 24,67 \text{ (кг/см)}$$

Усилие P , приложенное к концам стабилизатора:

$$P_{CT} = C_T \cdot f_c \cdot g \quad (98)$$

$$P_{CT} = 2539,9 \text{ (Н)}$$

«Наиболее опасное сечение стабилизатора находится в точке 2.

Изгибающий момент в опасном сечении: »[5]

$$M_{изг} = P_{CT} \cdot l_1 \quad (99)$$

$$M_{изг} = 533,38 \text{ (Нм)}$$

«Напряжение изгиба в опасном сечении: »[5]

$$\sigma = \frac{M_{изг}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \quad (100)$$

$$\sigma = 510,2 \text{ (МПа)}$$

«Крутящий момент в опасном сечении: »[5]

$$M_{кр} = P_{CT} \cdot l \quad (101)$$

$$M_{кр} = 507,98 \text{ (Нм)}$$

«Напряжение кручения в опасном сечении:»[5]

$$\tau = \frac{M_{кр}}{\pi \cdot \frac{d^3}{16}} \quad (102)$$

$$\tau = 243,0 \text{ (МПа)}$$

«Приведенные напряжения по 3-й теории прочности: »[5]

$$\sigma_{ПР} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2},$$

$$\sigma_{ПР} = 704,61 \text{ (МПа)}$$

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

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

$$704,61 \text{ МПа} < 1323,94 \text{ МПа} \Rightarrow \text{условие выполняется.} \text{ »[5]}$$

«Демпфирующая характеристика подвески

Демпфирование в подвеске оказывает существенное влияние на колебания автомобиля. Усилие демпфирования зависит от скорости деформации подвески. Обычно для оценки демпфирования используется коэффициент относительного демпфирования колебаний: »[5]

$$\Psi_{П} = \frac{K_{П}}{2 \cdot \sqrt{C_{П} \cdot m_{ПМ}}}, \quad (104)$$

«где $K_{П}$ – коэффициент сопротивления, приведенный к колесу,

учитывающий только гидравлическое сопротивление, кгс/м: »[5]

$$K_{П} = \frac{F_A}{V_{П} \cdot i_x^2}, \quad (105)$$

«где $V_{П}$ – скорость поршня амортизатора, м/с;

F_A – сила, развиваемая амортизатором, приведенная к точке контакта колеса с дорогой, Н;

i_x – кинематическое передаточное отношение подвески. »[5]

$$V = \frac{3,14 \cdot S \cdot n_D^{\Pi}}{60}, \quad (106)$$

«где S – ход поршня амортизатора, мм, $S = 60$ мм;

n_D – частота колебаний при испытаниях амортизатора, мин^{-1} , обычно понимается $n_D = 100 \text{ мин}^{-1}$. »[5]

$$V_{II} = 314 \text{ мм/с}$$

«Сила F_A , входящая в расчет коэффициента сопротивления K_{II} , получается из усилия отбоя $F_{отб}$, развиваемого амортизатором при ходе отбоя подвески, и возникающего при ходе сжатия усилия сжатия $F_{сж}$. »[5]

$$F_A \approx \frac{F_{отб} + \frac{F_{сж}}{d}}{2} \quad (107)$$

«В действительности колебания колес наиболее эффективно гасятся при сопротивлении с отношением отбой / сжатие равным 1. Усилия сжатия в амортизаторе уменьшают ход сжатия подвески, при этом пружина запасает меньшую энергию, что ведет к уменьшению изменения нагрузки на колесо, то есть улучшению контакта колеса с дорогой. Недостатком при этом является ухудшение плавности хода, устойчивости на поворотах и более жесткое качение шин. Поэтому на обеих осях автомобиля применяют амортизаторы с соотношением усилий отбоя и сжатия $d = 3 \div 5$ спереди и $d = 1,5 \div 4$ сзади. »[5]

Возьмем соотношение отбой / сжатие: $d = 4$

Тогда:

$$F_{отб} = 4 \cdot F_{сж} \quad (108)$$

$$F_A \approx \frac{4 \cdot F_{сж} + F_{сж}}{2} = \frac{5 \cdot F_{сж}}{2} \quad (109)$$

«Усилие на ходе сжатия амортизатора: »[5]

$$F_{сж} = 52 \text{ (Н)} \quad F_A = 130 \text{ (Н)}$$

$$i_X = 1 \sqrt{tg^2(\delta_0 - \alpha) + tg^2(\varepsilon)}, \quad (110)$$

«где δ_0 – угол поперечного наклона оси поворота, град, $\delta_0 = 13,2^\circ$;

α – угол между осью амортизатора и осью поворота, град, $\alpha = 7,7^\circ$;

ε – угол продольного наклона оси поворота, град, $\varepsilon = 0,77^\circ$.»[5]

$$K_{II} = 343,9 \text{ (кгс/м)} \quad \Psi_{II} = 0,25$$

«Желательный для демпфирования диапазон: 0,25...0,3. [5]

Важную роль для обеспечения колебаний колес без отрыва от дороги играет величина относительного демпфирования колебаний колеса.»[5] Она находится в пределах 0,1-0,3 и определяется типом подвески. На величину демпфирующего действия подвески влияет также величина зазоров в шарнирах подвески, которые, как правило, не должны превышать 0,2-0,3 мм. В зависимости от характера движения автомобиля и дорожных условий величина демпфирующих колебаний может изменяться в широких пределах. Так, при движении по дороге с твердым покрытием величина их не должна превышать 2 мм, а при движении на скользкой дороге — 1 мм.

$$\Psi_k = \frac{K_{II} + K}{2 \cdot \sqrt{(C_{II} + C_K \cdot K_F) \cdot m_k}}, \quad (111)$$

«где C_K – жесткость колеса, кг/см, $C_K = 176,8$ кг/см;

K_K – собственное демпфирование шины, Н/см, $K_K = 30$ Н/см;

K_F – коэффициент увеличения жесткости колеса, зависит от материала корда в брекере, $K_F = 1,05$. »[5] $\Psi_k = 0,26$

Вывод

Расчетные данные показывают что все критерии оценки работоспособности проектного узла отвечают всем требуемым необходимым нормам

3 Безопасность и экологичность объекта

Создание искусственных экосистем, таких как города, - неизбежно ведет к деградации экологической природной среды и, в свою очередь, к снижению качества жизни человека.

Автоматизированное сельскохозяйственное предприятие подразумевает технологическое происхождение всех человеческих поселений, начиная с их состава, расположения и функции в индустриальную эпоху.

Отличительной особенностью автотранспортных предприятий является большое количество производственных циклов различных операций. Эти операции сопряжены с определенными экологическими нагрузками, такими как опасные и вредные производственные агенты, воздействующие на работающих людей, воздух из канализации, ливневых стоков и вентиляционных систем, автобусных остановок, транспортных средств и горячих цехов.

Поэтому необходимы четкие технические решения для обеспечения безопасности людей на рабочем месте и снижения воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду. В процессе своей работы люди контактируют с предметами, инструментами и другими людьми. Кроме того, на них влияют все аспекты производственной среды, в которой они работают, включая тепло, влажность, движение воздуха, шум, вибрацию и опасные вещества.

Все это в целом характеризует определенные условия труда человека. Условия труда во многом зависят от здоровья, способностей и отношения человека к труду, а также от последствий его работы. При плохих условиях производительность труда быстро снижается, что является предпосылкой для возникновения профессиональных травм и заболеваний.

3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

«Сборку модернизированной передней подвески предполагается разместить на территории ПАО АвтоВАЗ г. Тольятти. Сборочный участок, план которого представлен на рисунке 17, являет собой поточную линию с подвесным конвейером и сборочными стендами.

Элементы конструкции подвески в виде подобранных ранее узлов доставляются к месту сборки по подвесному конвейеру, прочие детали и крепежные изделия подвозятся к участку сборки в контейнерах тележками с электро- двигателями (электрокарами).

Готовая продукция отправляется для выполнения последующих сборочных операций посредством подвесного конвейера.

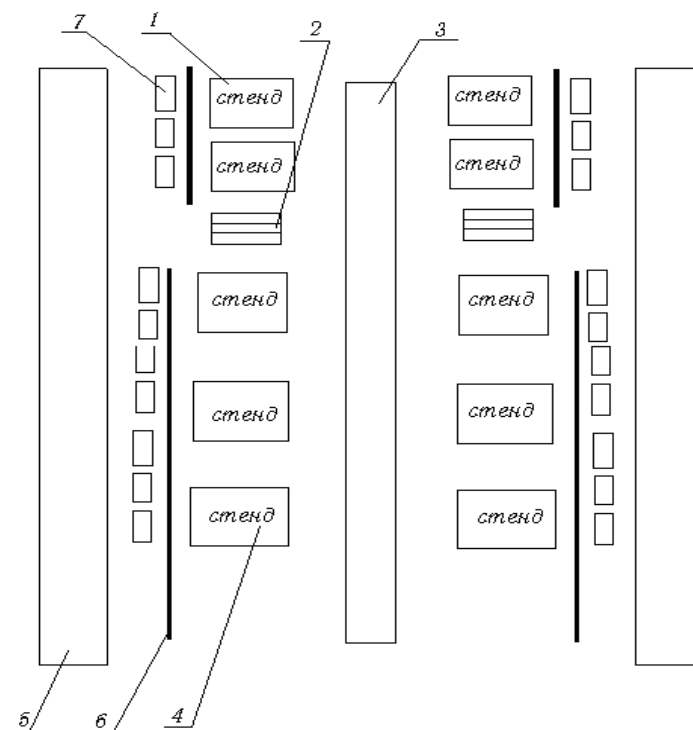
Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка представлено в таблице 18.»[7]

Таблица 18 – Список оборудования

№ позиции на эскизе рабочего места	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1	2	3
1	«Стенд сборочный узловой сборки ступиц передних колес. Пневматический гайковерт модели ЦП-3112А. Ключи. Отвертки. Ключи рожковые. Молоток слесарный стальной по ГОСТ 2310-77.»[7]	1. Сборка ступицы переднего колеса.
2	Верстак.	1. Установка сайлент-блоков в посадочные места при помощи приспособлений. 2. Центровка сайлент-блоков.

Продолжение таблицы 18

1	2	3
3	<p>«Стенд сборочный для основной сборки передней подвески. Пневматический гайковерт модели ЦП-3112А. Ключи. Отвертки. Ключи рожковые. Молоток слесарный стальной по ГОСТ 2310-77.»[7]</p>	<p>1. Основная сборка передней подвески по технологическому процессу сборки.</p>



1 – стенд сборочный узловой сборки ступиц передних колес; 2 – верстак;
 3 – конвейер подвесной; 4 – стенд сборочный основной сборки передней подвески; 5 –
 путь доставки контейнеров с запчастями; 6 – ограждающий брус; 7 – контейнеры с
 запчастями

Рисунок 17 – План участка сборки

Далее в разделе будут описаны механизмы воздействия опасных и вредных производственных факторов на рабочих.

3.2 Воздействие опасных и вредных производственных факторов на работающих

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

Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны.

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

Повышенный уровень шума, вибраций.

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

Повышенное значение напряжения в электроцепи. Повышенный уровень статического электричества.

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

– Электролитическое: разложение крови и плазмы;»[7]

- «Термическое: нагрев тканей, сосудов человека, нервов, возникают ожоги;
- Биологическое: раздражение и возбуждение живых тканей организма, непроизвольное сокращение мышц, что может привести к прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения.

Влажность.

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

Отсутствие или недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока.

Недостаток или отсутствие естественного света и освещения рабочей зоны, повышение пульсации потока света.»[7]

Естественное освещение имеет высокую биологическую и медицинскую ценность и оказывает сильное влияние на психологию человека, а значит, на несчастные случаи на производстве и производительность труда. Более активное использование естественного освещения летом значительно снижает количество несчастных случаев по сравнению с осенью и зимой. Чтобы избежать бликов от прямых солнечных лучей и отражений от блестящих участков, световые проемы следует покрыть тонкой краской или заменить обычное стекло на матовое. Следует избегать использования только местного освещения, так как резкий контраст между яркими и тусклыми участками может ухудшить зрение оператора, замедлить его работу и иногда стать причиной несчастных случаев. Импульсные световые потоки негативно влияют на глаза, вызывая боль, раздражение и повреждение зрения. Острые края, заусенцы, грубые станки, инструменты и заготовки могут стать причиной порезов, инфекций и других опасных травм, если не используются специальные меры защиты, например, отсутствие ножен. Это снижает производительность труда человека. Химикаты и промышленная пыль.

Токсичные вещества попадают в организм через дыхательную систему, кишечник и кожу. Токсины вдыхаются в легкие вместе с воздухом

на рабочем месте. Затем они всасываются в кровь и распространяются по органам и тканям всего организма, вызывая отравление всего тела и органов. Токсины попадают в пищеварительную систему, когда они достигают слизистых оболочек рта. Затем токсины транспортируются в печень, где некоторые из них нейтрализуются, но большинство распространяется по всему организму. Жирорастворимые вещества, такие как бензол и тетраэтилал олова, проникают через кожу. Некоторые токсины оседают в желудке, мышцах, селезенке и костях, вызывая заболевания.

«Производственная пыль на данном участке представляет собой стальную раздражающую пыль. Наибольшую опасность для организма представляет мелкодисперсная пыль. Частицы размером 0,2 – 0,5 мкм задерживаются в верхних дыхательных путях. Поражение пылью верхних дыхательных путей в начальной стадии сопровождается раздражением, а длительное воздействие вызывает кашель, отхаркивание грязной мокротой. Частицы размером менее 0,1 мкм представляют собой наибольшую опасность для организма, так как они не задерживаются в верхних дыхательных путях, а проникают в лёгкие, оседают в них и приводят к развитию патологического процесса.

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

Параметры микроклимата.

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 %.»[7]

«Движение воздуха не превышает 0,2 м/с.

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.

3.3 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

Требования к вентиляции. 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)), должна быть предусмотрена приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции.

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

Требования к техническим процессам.

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

- для предупреждения травматизма работающего персонала все движущиеся и вращающиеся части станка, механизмов и инструмента ограждаются,
- для предупреждения травмирования глаз применяются смотровые защитные экраны, изготовленные из прозрачного материала,
- для предупреждения поражения отлетающими частями применяются зажимные приспособления,
- все станки имеют заземление,»[7]
- «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»[7]

- «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.

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.»[7]

«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.

Требования безопасности при термической обработке. Освещение термических цехов должно составлять 300 лк. по СН и П23 – 05 – 95.

Обеспечение пожаро-взрывобезопасности. Помещения термических цехов оборудуются общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией. Воздух подаётся в верхнюю зону помещения или рассеянно в рабочую зону со скоростью, гарантирующей подвижность атмосферы на рабочем месте не более 0,2 м/с. Оборудование, являющееся источником выделения вредных и взрывоопасных веществ, оснащается местными отсосами. СН и П21 – 07 – 97.

Средства индивидуальной защиты. Для защиты лица и глаз от излучения применяется металлическая сетка с ячейками 0,8 х 0,8 мм, в которой на уровне глаз вставлено органическое стекло размером 80 х 80 мм и толщиной в 3 мм, выгнутое по овалу лица.

Для защиты органов дыхания применяется респиратор РМП – 62 по ТУ1 – 301 – 0521 – 81.

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»[7]

Основным требованием охраны труда при разработке машин, отдельных узлов и оборудования в целом является безопасность работников. Конечно, не менее важным является и то, что все должно быть

удобно в использовании и максимально безопасно. И сейчас существуют установленные стандарты безопасности труда, которых необходимо придерживаться.

Прежде всего, безопасность оборудования, используемого в производстве, обеспечивается правильным выбором принципов работы, конструктивных и рабочих элементов, технологических параметров и т.д. Однако защитные устройства требуют особого внимания, и предпочтительнее включать их непосредственно в конструкцию оборудования. Защитные устройства должны быть многофункциональными, т.е. выполнять несколько задач одновременно. Например, с точки зрения конструктивных особенностей станка станина должна не только обеспечивать защиту от опасных материалов, но и снижать шум во время работы, а также минимизировать вибрацию, в то время как шлифовальные круги мельницы должны быть защищены в соответствии с местными выхлопными системами.

Для систем, представляющих повышенную опасность, такие системы должны эксплуатироваться под дополнительным контролем состояния со стороны Госгортехнадзора. При наличии линий электропередач необходимо соблюдать правила устройства электроустановок. Если используются детали с высоким давлением, отличным от атмосферного, необходимо также соблюдать требования ГГТН. Всегда должны быть предусмотрены средства защиты от ионизирующего излучения, электромагнитного излучения, загрязнения и лучистого тепла.

Надежность технологии определяется возможностью отказа или неисправности во время эксплуатации. Ведь любой вид отказа может иметь серьезные последствия, и не только производственные аварии и травмы. Прочность оборудования и систем во многом определяет безопасность. Устойчивость конструкции зависит в основном от используемого основного материала и прочностных характеристик соединительных элементов. «Условия эксплуатации также являются важными факторами, например,

наличие смазочных материалов, возможность ржавления под воздействием окружающей среды и повышенный износ.

- В процессе эксплуатации также важно проверять работоспособность измерительного и контрольного оборудования»[7] и автоматизированных систем управления. Если автоматика выходит из строя, к работе должен быть привлечен обслуживающий персонал. «Поэтому рабочее место оператора должно быть спроектировано с учетом физиологических особенностей и психологической устойчивости, также необходимо учитывать антропометрические данные.»[7] Важно, чтобы оператор мог как можно быстрее считывать информацию с устройства управления и понимать сигналы. Если органов управления слишком много, оператор быстро устанет. Все рычаги и органы управления должны быть легкодоступны, хорошо видны и просты в использовании. Часто эти органы управления расположены на самом оборудовании, но они также могут быть расположены отдельно на специальных пультах рядом с самим оборудованием.
- Все типы оборудования должны легко осматриваться, обслуживаться, разбираться, регулироваться и смазываться. В целом, во время эксплуатации не должно возникать никаких проблем.
- «Уровень утомляемости персонала, работающего на основных видах оборудования, в основном связан с физической усталостью, но следует учитывать и психологическую усталость. В конце концов, окружающая обстановка часто играет роль на рабочем месте, и даже выбор цвета во многих случаях имеет решающее значение.»[7]
- Меры предосторожности по охране труда и технике безопасности для монтажников
- Основные требования перед началом рабочего процесса
- - Важно содержать рубашки в чистоте и опрятности, застегивая

рукава и защищая таким образом руки. В целом, следите за тем, чтобы не было краев, которые могут зацепиться за оборудование. Рабочая одежда должна соответствовать стандартам средств индивидуальной защиты,

- При работе с сажеей следует использовать только обувь с закрытыми носками, руки должны быть защищены, а в шумных местах следует использовать беруши,
- Рабочее место должно содержаться в чистоте и порядке,
- Оценивается объем работ, составляется план действий, подготавливается и размещается на рабочем месте все необходимое оборудование, чтобы им было удобно пользоваться. Важно понимать, что все инструменты и оборудование также должны быть в хорошем рабочем состоянии,
- Убеждаются, что все компоненты, принятые для сборки на конкретном участке, находятся в соответствующих контейнерах или емкостях, и что все они соответствуют нормативным требованиям,
- Все пусковое оборудование также должно быть в хорошем состоянии, а также ограждения и автоматическая блокировка оборудования;

Требования безопасности на рабочем месте:

1. Убедитесь, что монтажные системы, электро- или пневмоинструменты находятся в исправном состоянии, если они не используются во время подготовительных работ. При необходимости отрегулируйте систему освещения, чтобы рабочая зона была хорошо освещена и удобна для работы.

2. Используйте только двуручные кнопки или переключатели на рабочем механизме механической сборочно-формовочной машины. Категорически запрещается касаться заготовки рукой или заблокировать кнопку включения/выключения во время движения планки.

3. При работе с ударными инструментами необходимо надевать специальные щитки и очки, использовать различные приспособления.
4. Запрещается:
- работать на сборочно-формовочном станке при снятом или неисправном щите,
 - загружать детали во время работы станка. Особенно если есть вращающиеся детали,
 - Допускать посторонних лиц в рабочую зону,
 - Обращаться с машинами, работающими в естественном режиме, переключать электрические клапаны на автоматический или принудительный режим работы, блокировать защитные устройства, выключатели и т.д,
 - Начинать работу при неисправности сигнального устройства, сигнализирующего о включении/выключении линии на пульте управления,
 - Начинать работу, не закрепив обрабатываемый элемент или даже если элемент находится в неправильном положении; -
 - опускание подъемных механизмов, механизмов транспортировки и вращения, механических механизмов и т.д. без разрешения во время работы,
 - установка, снятие, ремонт деталей или инструментов, измерение деталей или выполнение других работ, не предусмотренных конкретным техническим заданием; - 5,
5. использование моста при пересечении линий электропередач.
- 6; 6. оборудование всегда должно быть отключено от сети:
- если оператор покидает рабочую зону, даже на несколько минут.
 - когда работа прерывается на некоторое время,
 - при отключении электропитания,
 - во время технического обслуживания, когда проводится чистка, смазка или промывка,
 - при возникновении неисправности, требующей ремонта; -
7. При необходимости повторно затяните соединительные элементы, такие как гайки и болты.

8. 8. Все детали, которые могут быть извлечены из контейнера, должны быть прочно установлены в подготовленное положение. Их ни в коем случае нельзя перемещать.

9. Первое, что необходимо сделать при работе с буровой установкой или аналогичным оборудованием, - это как показано на рисунке. Обрабатываемую деталь следует как можно надежнее закрепить в тисках или на столе.

10. Не надевайте перчатки и не прикасайтесь к вращающейся дрели. Только после полной остановки ротора следует удалять мусор с обрабатываемой детали щеткой или крючком.

Требования безопасности по окончании рабочего процесса:

- Необходимо тщательно проверить технику и убедиться, что все выключатели выключены,

- Ручные инструменты должны быть возвращены в исходное положение,

- Обеспечить свободный доступ к смазочным и охлаждающим материалам; -

- Содержите свою униформу в чистоте- -

- Мойте руки,

Пожарная безопасность на рабочем месте

Пожарная безопасность в настоящее время представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на предотвращение пожарной опасности для работников и минимизацию материального ущерба.

Пожарная безопасность на промышленных рабочих местах обеспечивается в основном группировкой негорючих колонн на рабочих местах по пределу их огнестойкости, а также высоким уровнем обучения и отбора информации об их огнестойкости. При наличии каминов важно ограничить распространение огня. Изолировать и изолировать взрывоопасные зоны. Следует использовать системы противодымной

защиты, составлять планы эвакуации и устанавливать автоматические системы оповещения и подавления пожара.

Оценка безопасности труда играет важную роль в реализации мер пожаро- и взрывобезопасности.

Строительные нормы классифицируют склады, а также здания как А, Б, В, Г или Д, в зависимости от риска возникновения пожара и взрыва.

Например, производственный участок, где обрабатываются узлы, классифицируется как Д. Это означает, что в производстве используются негорючие материалы, независимо от условий.

Если в процессе обработки образуется лучистое тепло или искры, а в случае пожара используется легкий огнетушитель ОР-10А, то участок относится к группе Д.

Электробезопасность во время производства

С точки зрения электробезопасности участок сборки считается чрезвычайно опасным и имеет высокую относительную влажность 70%. Кроме того, эта среда химически активна и оказывает негативное влияние на изоляцию электрооборудования. Поэтому требуется проектирование установки, технические методы, средства защиты и специальные технические или организационные меры.

Основными техническими методами и мерами защиты от поражения электрическим током являются заземление, а также изоляция и отключение сети. Разумеется, электрические компоненты должны быть надлежащим образом изолированы. Также необходимы знаки безопасности, защитные устройства и барьеры.

Экологическая оценка участка

Необходимо принять меры по защите человека и соблюдать предельно допустимый уровень загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду.

Для защиты атмосферы на площадке в зонах, где расположено окрасочное и шлифовальное оборудование, используются специальные воздухоочистители. Это делается с помощью

– механического оборудования, которое удаляет пыль там, где она оседает под действием силы тяжести, центробежной силы или инерции,

– добавок к топливу для минимизации вредных выбросов, сажи, углеводородов и т.д,

В частности, на производстве образуется дождевая вода, промышленная вода, бытовая вода и стоки от автомойки. Бытовые сточные воды направляются в центральную канализационную систему и очищаются в специально отведенных местах. Другие сточные воды очищаются с помощью специального оборудования. Первым этапом является механическая очистка, т.е. отстаивание, при котором удаляются взвешенные частицы и дисперсные коллоидные частицы. Наконец, все продукты, покидающие поверхность воды, собираются и утилизируются.

Для очистки дождевых вод и автомоек используется специальное бетонное оборудование, такое как

- Пескоуловители
- Мусоросборник,
- Фильтрующие элементы,
- Автоматизированные компоненты для удаления углеводородов,
- демпфирование,

Эффективность использования вышеуказанных зданий была проверена путем отбора проб воздуха, выбрасываемого из зданий, и их анализа в лаборатории. Затем полученные данные сравниваются с нормами выбросов, разрешенными компетентными органами. Однако, если нормы превышены, необходимо изменить рабочий процесс или модернизировать систему очистки.

Защита работников в случае чрезвычайной ситуации

В случае возникновения аварийной ситуации необходимо сначала остановить все оборудование, например, с помощью аварийного выключателя:

– если в позицию транспортировки и разгрузки или в позицию загрузки автоматизированной линии попали посторонние предметы,

- если в опасной зоне находятся люди,
- в случае пожара в электрооборудовании,
- в случае короткого замыкания; – в случае короткого замыкания,
- если транспортируемые предметы расположены в неправильном направлении на рабочем месте; – если транспортируемые предметы расположены в неправильном направлении на рабочем месте; – если транспортируемые предметы расположены в неправильном направлении на рабочем месте; – если транспортируемые предметы расположены в неправильном направлении на рабочем месте;
- если устройство соскальзывает, что может привести к серьезным повреждениям; – если устройство соскальзывает, что может привести к серьезным повреждениям; – если устройство соскальзывает, что может привести к серьезным повреждениям; – если устройство соскальзывает, что может привести к серьезным повреждениям; – если устройство соскальзывает, что может привести к серьезным повреждениям;

Если работник получил травму, необходимо немедленно оказать первую помощь и сообщить об этом руководителю. Разумеется, пострадавшего работника следует доставить в медицинское учреждение.

В случае пожара или стихийного бедствия рабочие должны иметь возможность быстро эвакуироваться; согласно СНиП П-2-80, должно быть не менее двух аварийных выходов.

Для производства категорий а, в и е не более 5 человек могут работать на площади, не превышающей 110 квадратных метров; для производства категории с не более 25 человек могут работать на площади, не превышающей 300 квадратных метров.

Для производства категории с, площадь которого достигает 300 квадратных метров, не более 25 человек могут работать на площади, не превышающей 300 квадратных метров.

Для производства категории d и e на площади не менее 600 квадратных метров должно находиться не менее 50 человек.

Важно, чтобы выход из подвала был спроектирован в помещении исключительно на первом этаже. Лестницы должны быть шириной не менее 70 см и иметь уклон не менее 1:1. Если соблюдать все предписанные правила и требования, то в случае чрезвычайной ситуации проблем не возникнет. Это очень важно, так как от этого зависит безопасность работников и эффективность рабочих процедур. Хорошо отлаженная система сведет к минимуму риски и потери компании.

Вывод

В ходе работы в этом разделе были выявлены следующие результаты. Выявлены вредные и опасные производственные воздействия, возникающие при сборке. Разрабатываются контрмеры для снижения вредного и вредного воздействия на производство. Предоставляется обновленная информация о том, что делать в случае аварии или чрезвычайной ситуации на промышленном объекте. При соблюдении предпринятых шагов этот сборочный участок можно считать безопасным для человека и окружающих.

4 Технологическая часть

Технология, в широком смысле, - это совокупность приемов и способов получения и переработки сырья, полуфабрикатов и изделий, используемых при изготовлении изделий. Более того, говоря простым языком, технология - это совокупность организационных средств, направленных на производство технического обслуживания, ремонта и эксплуатации продукции с номинальным качеством и оптимальной стоимостью, а также определяющих текущее состояние научно-технического прогресса.

Технология, как правило, разрабатывается инженерами, программистами и другими профессионалами внутри компании, которые работают в смежных областях. Обычно считается, что технология соответствует определенной области производства, которая различается между инженерией, информационными технологиями, телекоммуникациями, технологическими инновациями, социальной инженерией, педагогикой, строительной инженерией, химической инженерией и другими технологиями. В результате реализации технологического процесса, состоящего из совокупных технологических мероприятий, технологический процесс должен обладать признаками технической необходимости, поскольку происходят качественные изменения в обрабатываемых средах, в формах материальных технологических структур и в характеристиках потребителей.

Выбор объектов работ, функциональность, техническая пригодность, получение материально-технической поддержки в соответствии с условиями, мониторинг конкретной техники - все это основные понятия, необходимые для мониторинга правильной техники. Выбор объектов труда - объекты труда в технологическом производстве - материалы, энергетические ресурсы, информация, экологические и социальные объекты - в этот список входят все компоненты среды обитания, среда живых материалов и искусственная материальная среда, используемые в производстве товаров народного потребления, а также техносфера. Функциональность подразумевает

выполнение своих задач, технология сочетает в себе средства и методы воздействия на выбранный объект обработки, способ получения или изменения выбранного объекта обработки во многом зависит от режима работы, например, существуют другие режимы работы для изготовления подшипников. Необходимо принимать во внимание научные знания о разработке новых источников тепла и технологий. «Научный результат технологии напрямую зависит от знаний людей, квалификации работников и наличия материально-технических ресурсов, необходимых для обеспечения производства. Материально-техническая база - это комплекс средств производства материалов и веществ, необходимых для осуществления деятельности предприятия и не включенных в производство, но необходимых для функционирования производственных систем: зданий, подъездных путей, мостов связи, источников, линий электропередач и т.д.»[7] Согласно этому термину, целью любой технологии является удовлетворение всех потребностей человека, поэтому желаемый конечный результат или продукт четко определен в технологии с точки зрения качества и количества. Соответствие технологии, характеристики ее структуры и последовательность функций в технологических системах всегда точно определены, инвариантны и задают точный и неизменный алгоритм поведения, нарушение которого приведет к получению совершенно другого продукта или вообще ничего. Если соответствующие технические функции и методы регулярно воспроизводятся, то есть повторяются в том же неизменном порядке, то будет получен один и тот же результат, который практически ничем не отличается от предыдущего. В соответствии с этими характеристиками технологического процесса можно вывести новое и полное определение технологии - это совокупность действий, средств и методов организации, воздействующих на материю, энергию, информацию и объекты в физической или социальной среде обитания, которые регулируются или конструируются строго по алгоритму Действительно, это так. Качество и скорость изготовления любой продукции определяется соблюдением трудовой, технической и производственной дисциплин. Трудовая

дисциплина - это такая последовательность производства, которая обеспечивает получение сырья, оборудования, материалов и рабочей силы без потери времени. При несоблюдении трудовой дисциплины нарушается принцип пространственно-временной организации трудового процесса. Это приводит к путанице и хаосу, а сам труд и его эффективность ставятся под сомнение, поскольку процесс лишен направленности. Работодатель несет ответственность за организацию производства, а производственные работники - за ее соблюдение. «Дисциплина относится к поведению и поступкам людей и может быть разделена на общие и конкретные обязанности - соблюдение законов и правил, установленных государством. Основным законом Российской Федерации является Конституция Российской Федерации. Специальная дисциплина касается определенной сферы деятельности и является обязательной только для работников какой-либо организации. К специальным дисциплинам относятся школьная дисциплина, воинская дисциплина, дорожная дисциплина, трудовая дисциплина и техническая дисциплина. Техническая и инженерная дисциплина - это строгое и тщательное соблюдение требований технической последовательности производства, изложенных в технической документации на продукцию,»[7] нарушение которых может привести к браку, а в отдельных случаях и к серьезным авариям как в процессе производства, так и при эксплуатации продукции, изготовленной с нарушением технических требований. Работники на рабочем месте должны соблюдать правила поведения, изложенные в кодексе поведения на рабочем месте.

4.1 Анализ технологичности конструкции изделий

В этой части дипломной работы вы увидите процесс сборки передней подвески легкового автомобиля класса 2.

«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.

Конструкция передней подвески удовлетворяет такие требования, как:

- возможность узловой сборки,
- инструментальная доступность,
- контролирует годность,
- применение несложных сборочных приспособлений.»[5]

4.2 Разработка технологической схемы сборки

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

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

Технологический переход - законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке. При технологическом процессе сборки выделяют следующие виды работ:»[5]

«подготовительные (расконсервация, мойка, сортировка и др.); 2) слесарно-при-гоночные; 3) собственно сборочные (соединение деталей в сборочные единицы и изделия свинчиванием, запрессовкой, клепкой, сваркой, пайкой и т.п.); 4) регулировочные; 5) контрольные и 6) демонтажные (частичная разборка изделия с целью подготовки его к упаковке и транспортированию).

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.»[5]

«Сборочные операции строят по принципу дифференциации и концентрации.»[5] «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.»[5]

4.3 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. По целевому назначению работы можно разделить на:

- а) механическая обработка, выполняемая в сборочном цехе;
- б) распаковка, расконсервирование,
- в) изготовление отдельных простых деталей;
- г) выполнение соединений деталей и узлов;
- д) работы, обусловленные методами пригонки и регулировки;»[5]

Перечень сборочных работ представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень сборочных работ

№ опер	Содержание основных и вспомогательных работ	Время t_{on} , мин.
1	2	3
1. Узловая сборка стойки телескопической передней подвески		
1	Достать с опоры-вертушки и Зафиксировать на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев.	0,07
2	Вытянуть шток стойки телескопической до отказа	0,06
3	Зафиксировать на стойку буфер хода сжатия с защитным кожухом в сборе	0,03
	Зафиксировать на буфер хода сжатия ограничитель хода сжатия верхней опоры	0,02
4	Зафиксировать на опорную чашку стойки пружину передней подвески	0,07
5	Сжать пружину передней подвески	0,07
	Зафиксировать на верхний виток пружины прокладку изолирующую передней подвески верхнюю	0,02
	Зафиксировать на прокладку изолирующую чашку пружины передней подвески	0,02
	Зафиксировать шарикоподшипник	0,02
6	Зафиксировать на шток стойки чашку пружины передней подвески верхнюю, опору стойки верхнюю с болтами в сборе	0,07
7	Закрепить опору стойки верхнюю гайкой М1 4*1.5, поддерживая спец ключом шток стойки от проворачивания	0,05
8.	Затянуть гайку предельным ключом	0.05
9.	Зафиксировать колпак защитный опоры стойки передней подвески	0.06
10.	Отжать пружину стойки телескопической, вынуть стойку пр./лев. из приспособления	0.07
ИТОГО:		0,68
2. Сборка передней стойки с поворотным кулаком и тормозом		
1	Достать с опоры- вертушки и Зафиксировать на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев. в сборе, уложив ее в ложемент на стенде	0,1
2.	Зафиксировать на стенд тормоз передний с поворотным кулаком и ступицей в сборе, совмещая отверстия на кулаке с двумя отверстиями на стойке	0.12
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. Закрывать защитный кожух на защелку	0.07
4.	Подвести упор стенда к пальцу шаровому передней подвески и зафиксировать.	0.07

Продолжение таблицы 19

1	2	3
5.	Сориентировать три болта опоры верхней стойки с силовым механизмом стенда, нажав две кнопки; сжать пружину передней подвески силовым механизмом стенда до статического состояния.	0.1
6.	Подвести индикаторы к плоскости диска переднего тормоза, вращением верхнего болта крепления отрегулировать угол развала $0^\circ \pm 15'$, выводя стрелку на нуль.	0.07
7.	Закрепить гайку крепления окончательно.	0.03
8.	Произвести дозатяжку гаек предельным ключом до 77.5...96.1 Н*м	0.03
9.	Отвести индикаторы от плоскости диска.	0.03
10	Нажатием кнопки освободить пружину и отвести упор от шарового пальца	0.03
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 проводов о кронштейн не допускается.	0.07
12.	Зафиксировать уплотнитель шланга тормоза в гнездо на стойке	0.06
13.	Проверить качество выполненных операций и поставить личное клеймо	0,06
14.	Снять со стенда собранные стойки телескопические с поворотным кулаком и тормозом в сборе и Зафиксировать на опору-вертушку.	0.04
ИТОГО:		0,88
Всего $\sum t_{on}$		1,56

«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:»[5]

$$t = \frac{\Phi_{\partial} \cdot 60}{T}, \text{ мин.} \quad (112)$$

«где Φ_{∂} - действительный (расчетный) годовой фонд времени рабочего места, участка или цеха в часах;

T – годовая программа выпуска рабочего места, участка или цеха в штуках;»[5]

$$t = \frac{4015 \cdot 60}{150000} = 1,61 \text{ мин. (при двухсменной работе).} \quad (113)$$

«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.»[5]

Технологическая карта представлена в таблицу 20

Таблица 20 – Технологическая карта

№ опер	Название операции	№ и наименование технологических переходов	Используемое оборудование	Время опер
1	2	3	4	5
	Узловая сборка стойки телескопической передней подвески Сборка передней стойки поворотным кулаком	<p>«Взять с опоры-вертушки и установить на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев.</p> <p>Вытянуть шток стойки телескопической до отказа</p> <p>Установить на стойку буфер хода сжатия с защитным кожухом в сборе</p> <p>Установить на буфер хода сжатия ограничитель хода сжатия верхней опоры</p> <p>Установить на опорную чашку стойки пружину передней подвески</p> <p>Сжать пружину передней подвески</p> <p>Установить на верхний виток пружины прокладку изолирующую передней подвески верхнюю</p> <p>Установить на прокладку изолирующую чашку пружины передней подвески</p> <p>Установить шарикоподшипник</p> <p>Установить на шток стойки чашку пружины передней подвески верхнюю, опору стойки верхнюю с болтами в сборе</p> <p>Закрепить опору стойки верхнюю гайкой М1 4*1.5, поддерживая спецключом шток стойки от проворачивания</p> <p>Затянуть гайку предельным ключом»[11]</p> <p>«Установить колпак защитный опоры стойки передней подвески</p> <p>Отжать пружину стойки телескопической, вынуть стойку пр./лев. из приспособления</p>	<p>«Стенд для сборки стойки телескопической 614.801...802.452</p> <p>Опора-вертушка 854-0859-5084</p> <p>Спецключ для сборки стойки телескопической</p> <p>Ключ предельный 02-7812-4003</p> <p>Гайковерт пневматический модель 946334B9/35A Т;</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 р = 0.5 кг»[5]</p>	1,55

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5
		<p>Взять с опоры- вертушки и установить на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев. в сборе, уложив ее в ложемент на стенде</p> <p>Установить на стенд тормоз передний с поворотным кулаком и ступицей в сборе, совмещая отверстия на кулаке с двумя отверстиями на стойке</p> <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. Закрывать 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>Закрепить гайку крепления окончательно.</p> <p>Нажатием кнопки освободить пружину и отвести упор от шарового пальца</p> <p>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.</p> <p><i>Примечание:</i> касание проводов о кронштейн не допускается.</p> <p>Проверить качество выполненных операций и поставить личное клеймо</p> <p>Снять со стенда собранные стойки телескопические с поворотным кулаком и тормозом в сборе »[11]</p>		

5 Экономическая эффективность проекта

Показатели эффективности инвестиционного проекта включают аспекты чистой прибыли, дисконтированной чистой прибыли, внутренней нормы прибыли, рентабельности капитала и трудовых затрат и эффективности инвестиционного проекта. Чистая прибыль представляет собой баланс денежных потоков проекта и рассчитывается как сумма денежных потоков проекта за период реализации проекта. Для дисконтированной чистой прибыли одинаковой является только ставка дисконтирования, вторая часть формулы дисконтированной чистой прибыли - это формула, включающая чистую прибыль проекта, которая представляет собой сумму чистой амортизационной прибыли минус капитальные затраты проекта. Следующий показатель - внутренняя норма доходности. Внутренняя норма доходности проекта рассчитывается для того, чтобы инвесторы могли судить об эффективности проекта с самого начала. Внутренняя норма доходности - это сумма по сравнению с дисконтом внутренней нормы доходности. Если она выше ставки дисконтирования, это свидетельствует об эффективности проекта, поскольку дисконтированная чистая прибыль положительна. Следующий показатель - коэффициент эффективности проекта. Существует два типа коэффициентов рентабельности: коэффициент эффективности и коэффициент рентабельности инвестиций или расчетный коэффициент рентабельности инвестиций. Коэффициент эффективности и коэффициент экономической эффективности рассчитываются как отношение чистых затрат к чистым результатам проекта. Коэффициент эффективности часто рассчитывается как чистая скидка, деленная на дисконтированные капитальные вложения проекта плюс один.

Срок окупаемости проекта также очень важен и означает период окупаемости, который представляет собой период с начала реализации проекта до тех пор, пока дисконтированные чистые денежные потоки или совокупные недисконтированные чистые денежные потоки не превысят

средства, инвестированные в проект, в зависимости от типа окупаемости. Периоды окупаемости проекта включают недисконтированные и дисконтированные периоды окупаемости или простые периоды окупаемости, где недисконтированный период окупаемости учитывает накопленные дисконтированные денежные потоки, а простой период окупаемости учитывает или принимает во внимание недисконтированные денежные потоки инвестиционного проекта. Срок окупаемости проекта не является ключевым показателем эффективности - это показатель, который существует или описывается как ограничение проекта и должен существовать, соответственно, если проект оценивается и в принципе приемлем в будущем и срок окупаемости по дисконтированным денежным потокам по-прежнему Два основных параметра критериев расчета продуктивности инвестиционного проекта: чистый денежный дивиденд и рентабельность инвестиций инвестиционного проекта Если чистой прибыли проекта недостаточно для расчета продуктивности инвестиционного проекта, то проект должен рассматриваться как проект. Экономика проектов очень важна при внедрении каких либо модернизаций в производство. Это связано с тем, что если модернизация не окупится, то и прибыль предприятия будет падать. Но если всё сделать качественно, то внедрение проекта окупится очень быстро и предприятие будет приносить много прибыли. Для этого нужно провести анализ деятельности предприятия и составить план, а затем уже приступать к внедрению проекта. Если у вас есть несколько проектов, которые будут связаны между собой, тогда следует воспользоваться комплексным анализом и планированием. Но прежде чем начать говорить о проектной модернизации внедрения в промышленность, необходимо понять суть самих проектов. Проект — это набор данных, который имеет некоторые начальные условия (исходные данные) и некоторые конечные условия (результаты). А также у проекта есть некий путь прохождения, который может быть разным для каждого проекта. Исходные данные для расчета представлены в таблице 21.

5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

«Таблица 21 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>Vгод.</i>	шт.	150000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,15

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (114)$$

«где C_{mi} - оптовая цена материала i -го вида, руб.,

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

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

$K_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %.»[8]

Расчетные данные в таблице 22.

«Таблица 22 - Расчет затрат на сырье и материалы»

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	1,54	224,07
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,55	73,41
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	1,98	257,54
Бронза (отходы)	кг	3,1	1,78	5,52
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,3	175,14
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	2,8	13,16
Итого				748,83
<i>Ктзр</i>		1,45		10,86
<i>Квот</i>		1		7,49
Всего				767,18

$$\Sigma\Pi_i = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр}/100$$

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

(115)

n_i -количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, шт.»[8]

Расчетные данные в таблице 23.

«Таблица 23 - Покупные изделия [8]

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Опора верхняя стойки в сборе	шт.	1750,54	2	3501,08
Стойка амортизационная в сборе	шт.	1358,88	2	2717,76
Кожух защитный штока	шт.	254,45	2	508,90
Буфер хода сжатия	шт.	554,88	2	1109,76
Втулка резиновая	шт.	35,68	4	142,72
Болт	шт.	111,54	4	446,16
Итого				8426,38
<i>Ктзр</i>		1,45		122,18
Всего				8548,56

"Основная заработная плата производственных рабочих"»[8]

$$Z_o = Z_t(1 + K_{прем}/100)$$

(116)

«где Z_t – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:»[8]

$$Zm = Cp.i \cdot Ti \quad [8] \quad (117)$$

«где $Cp.i$ – часовая тарифная ставка, руб.,

Ti – трудоемкость выполнения операции, час.

$K_{прем.}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.» Расчетные данные в таблице 24.

«Таблица 24 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,58	95,29	55,27
Токарная	6	0,59	99,44	58,67
Фрезерная	5	0,45	95,29	42,88
Термообработка	7	0,85	103,53	88,00
Шлифовальная	5	1,85	95,29	176,29
Сборочная	7	2,20	103,53	227,77
Итого				648,87
$K_{прем}$		12		77,86
Всего				726,74

$$Z_{доп} = Z_о \cdot K_{вып} \quad (118)$$

где $K_{вып}$ - коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве»[8]

$$Z_{доп} = 726,74 \cdot 0,14 = 101,74 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС"»[8]

$$C_{соц.н.} = (Z_о + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (119)$$

«где $E_{соц.н.}$ - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %»[8]

$$C_{соц.н.} = (726,74 + 101,74) \cdot 0,3 = 248,54 \text{ руб.}$$

$$C_{сод.обор.} = Z_о \cdot E_{обор.} / 100 \quad (120)$$

«где $E_{обор.}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;»[8]

«Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:»[8]

$$C_{цех} = Z_0 \cdot E_{цех} / 100 \quad (121)$$

«где $E_{цех}$. - коэффициент цеховых расходов, %»[8]

«Расходы на инструмент и оснастку»[8]

$$C_{инстр.} = Z_0 \cdot E_{инстр.} / 100 \quad (122)$$

«где $E_{инстр.}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %»[8]

«Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:»[8]

$$C_{цех.с.с.} = M + Пн + Z_0 + C_{соц.н.} + Z_{доп.} + C_{код.обор.} + C_{цех.} + C_{инстр.} \quad (123)$$

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы»[8]

$$C_{обзав.} = Z_0 \cdot E_{обзав.} / 100 \quad (124)$$

«где $E_{обзав.}$ - коэффициент общезаводских расходов, %»[8]

«Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:»[8]

$$C_{об.зав.с.с.} = C_{обзав.} + C_{цех.с.с.} \quad (125)$$

«Расчет статьи затрат Коммерческие расходы выполняется по формуле:»[8]

$$C_{ком.} = C_{об.зав.с.с.} \cdot E_{ком.} / 100 \quad (126)$$

«где $E_{ком.}$ - коэффициент коммерческих расходов»[8]

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:»[8]

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (127)$$

«Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия»[8]

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (128)$$

«где *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %»[8]

Сравнительная калькуляция представлена в таблице 25.

«Таблица 25 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	843,89	767,18
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	8548,56	8548,56
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	726,74	726,74
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	101,74	101,74
Страховые взносы	<i>Соц.н.</i>	248,54	248,54
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1409,87	1409,87
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	1249,99	1249,99
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	21,80	21,80
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	13151,14	13074,42
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1431,67	1431,67
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	14582,80	14506,09
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	42,29	42,07
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	14625,09	14548,15
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	19012,62	19012,62

5.2 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат:»[8]

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (129)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (130)$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (131)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (132)$$

где $V_{\text{год}}$ - объём производства

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (133)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (134)$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (135)$$

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (136)$$

$$З_{пост.б.} = 4155,62 \cdot 150000 = 623342261,76 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.пр.} = 4155,39 \cdot 150000 = 623308889,56 \text{ руб.}$$

«Определение амортизационных отчислений:»[8]

$$А_{м.уд.} = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot Н_A / 100 \quad (137)$$

«где $Н_A$ - доля амортизационных отчислений, %»[8]

$$Н_A = 12 \%$$

$$А_{м.уд.} = (1409,87 + 21,80) \cdot 12 / 100 = 171,80 \text{ руб.}$$

«Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:»[8]

$$С_{полн.год.пр.} = С_{полн.с.с.} \cdot V_{год} \quad (138)$$

$$С_{полн.год.пр.} = 14548,15 \cdot 150000 = 2182223189,31 \text{ руб.}$$

«Расчет выручки от реализации изделия:»[8]

$$В_{ыручка} = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{год} \quad (139)$$

«Расчет маржинального дохода:»[8]

$$Д_{марж.} = В_{ыручка} - З_{перем.пр.} \quad (140)$$

«Расчет критического объема продаж:»[8]

$$А_{крит.} = З_{пост.пр.} / (Ц_{отп.пр.} - З_{перем.уд.пр.}) \quad (141)$$

$$А_{крит.} = 623308889,56 / (19012,62 - 10392,76) = 72310,78 \text{ руб.}$$

$$А_{крит.} = 72315$$

График точки безубыточности представлена на рисунке 18.

График точки безубыточности

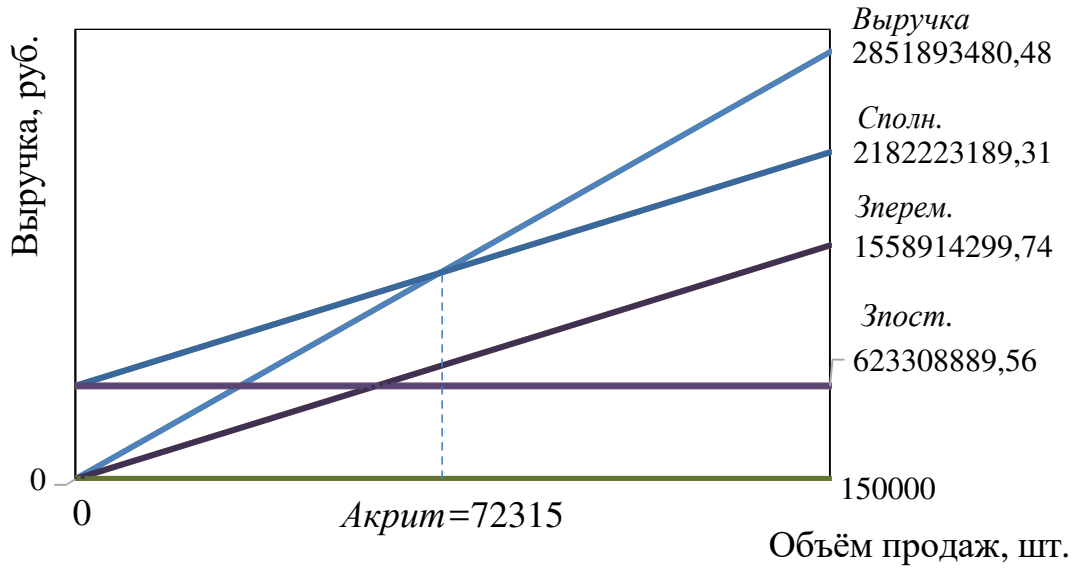


Рисунок 18 - График точки безубыточности

Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (142)$$

«где $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$ – максимальный объем продукции, шт.

$A_{\text{крит}}$ – критический объем продаж проектируемого изделия, шт.

n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.»[8]

$$\Delta = \frac{150000 - 72315}{6 - 1} = 15537 \text{ шт.}$$

«Объем продаж по годам:»[8]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (143)$$

где – $V_{\text{прод.}i}$ – объем продаж в i - году, шт.

«Выручка по годам:»[8]

$$\text{Выручка.}i = \text{Цотп.} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (144)$$

«Переменные затраты

для базового варианта:»[8]

$$Z_{\text{перем.б.}i} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (145)$$

«для проектного варианта:»[8]

$$Z_{\text{перем.пр.}i} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (146)$$

«Амортизация (определяется только для проектного варианта):»[8]

$$A_{\text{м.}} = A_{\text{м.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (147)$$

$$A_{\text{м.}} = 171,80 \cdot 150000 = 25770053,45 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость

для базового варианта:»[8]

$$C_{\text{полн.б.}i} = Z_{\text{перем.б.}i} + Z_{\text{пост.б.}} \quad (148)$$

«для проектного варианта:»[8]

$$C_{\text{полн.пр.}i} = Z_{\text{перем.пр.}i} + Z_{\text{пост.пр.}} \quad (149)$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам:»[8]

$$Pr_{\text{.обл.}i} = (Выручка - C_{\text{полн.пр.}i}) - (Выручка - C_{\text{полн.б.}i}) \quad (150)$$

$$H_{\text{пр.}i} = Pr_{\text{.обл.}i} \cdot 0.20 \quad (151)$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$Пр.ч.i = Пр.обл.i - Нпр.i \quad (152)$$

«Расчет экономии»[8]

$$Пр.ож.д. = Цотп. \cdot Д2/Д1 - Цотп. \quad (153)$$

«где $Д1$ и $Д2$ - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту»[8]

$$Д1 = 100000 \quad \text{циклов}$$

$$Д2 = 140000 \quad \text{циклов}$$

«Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:»[8]

$$ЧДi = Пр.ч.i + Ам + Пр.ож.д. \cdot Vпрод.i \quad (154)$$

«Дисконтирование денежного потока.»[8]

$$\alpha_{it} = 1/(1 + Есм.i)^t \quad (155)$$

«где $Есм.i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов»[8]

$$Есм. = 10 \quad \%$$

$$\alpha_1 = 0,909 \quad \alpha_2 = 0,826 \quad \alpha_3 = 0,751 \quad \alpha_4 = 0,863 \quad \alpha_5 = 0,621$$

$$ДСPi = ЧДi \cdot \alpha_i \quad (156)$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока»[8]

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСПi \quad (157)$$

$$\Sigma ДСП = 635670411,17 + 676015418,88 + 704087902,51 +$$

$$+ 911886400,57 + 730147125,68 = 3657807258,80 \quad \text{руб.}$$

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:»[8]

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (158)$$

«где $K_{инв}$. – коэффициент капиталобразующих инвестиций.»[8]

$$J_0 = 0,15 \cdot (1536333816,64 + 1697806159,81 + 1859278502,97 + \\ + 2020750846,14 + 2182223189,31) = 1394458877,23 \text{ руб.}$$

«Чистый дисконтированный доход равен:»[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (159)$$

$$ЧДД = 3657807258,80 - 1394458877,23 = 2263348381,57 \text{ руб.}$$

«Индекс доходности определяется по следующей формуле:»[8]

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (160)$$

$$JD = 2263348381,57 / 1394458877,23 = 1,62$$

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (161)$$

$$Токуп. = 1394458877,23 / 2263348381,57 = 0,62$$

Выводы и рекомендации

По показателю реализации взаимосвязи проектных и технических мероприятий резерв строящегося автомобильного агрегата увеличился на единовременный положительный социально-экономический результат $ID = 1,62$. В итоге суммарный коэффициент эффективности проекта увеличился, что свидетельствует о повышении эффективности проекта. Однако в целом проект был экономически целесообразен.

При расчете экономических коэффициентов для внедрения конструктивной единицы автомобиля в крупносерийное производство было подсчитано, что стоимость конструктивного варианта ниже стоимости базового варианта, и в результате увеличения потенциала конструктивной конструкции наблюдается увеличение закупок. Для этого был произведен расчет социальной эффективности проекта и рассчитана предполагаемая рентабельность от внедрения проекта в производство.

Дисконтированный чистый доход от внедрения модернизированного автомобильного агрегата составляет 2263348381,57 рублей.

Период окупаемости вышеуказанного проекта составляет 0,62 года, что указывает на допустимую стоимость проекта, то есть проект является рентабельным. По окончании данного периода времени денежные средства будут поступать на счет предприятия. С учетом изложенного, можно сделать вывод о том, что проект является экономически целесообразным, так как обладает высокой рентабельностью. Согласно полученной выше информации, можно сказать, что представленная модернизация является жизнеспособной к внедрению в массовое промышленное производство автомобилей.

Заключение

Для улучшения плавности хода автомобиля и возможности регулировки упругих свойств подвески, целью дипломной работы было усовершенствование конструкции передней подвески автомобиля, рассматриваемого в данном проекте. В результате была усовершенствована конструкция подвески автомобиля Lada Vesta. В результате этого улучшилась управляемость и устойчивость автомобиля при движении. Для улучшения курсовой устойчивости автомобиля, повышения безопасности движения и снижения износа деталей передней подвески был разработан новый механизм независимой подвески передних колес.

При этом было установлено, что эффективным вариантом требуемого улучшения является замена цилиндрической пружины подвески на две цилиндрические пружины разной жесткости.

Конструкция подвески также позволяет калибровать расстояние хода подвески в зависимости от условий эксплуатации автомобиля путем изменения положения нижней опоры пружины подвески. В рамках проектирования дипломного проекта были проведены тяговые расчеты для автомобиля LADA Vesta.

Для понимания свойств упругости подвески были проведены расчеты стабилизатора, расчеты жесткости пружин.

Расчеты подтвердили правильность выбранной конструкции для максимальной ее нагрузки. Представленная работа соответствует современному состоянию и возможностям техники и науки в автомобильной промышленности.

В целом, можно сделать вывод, что все аспекты модернизированной подвески полностью соответствуют проектным требованиям. В частности, новая схема расположения пружин и амортизаторы обеспечивают лучшую управляемость при движении по неровным дорогам и обеспечивают хорошую плавность хода. По сравнению с прототипом, автомобиль стал комфортнее, и при этом его управляемость стала лучше.

Список используемых источников

1. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.
2. Автомобили: Техническое обслуживание ремонт расчеты / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
3. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, -304 с.
4. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
5. Анурьев В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
7. Горина Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Кисуленко Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая

школа, 1973. - 384с.

12. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.

13. Лысов М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М.: Машиностроение,1972.–233 с.

14. Малкин В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.

15. Осепчугов В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.- 304с.

16. Пехальский А. И. Устройство автомобилей: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / А. И. Пехальский, И. А. Пехальский. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 528 с.

17. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.

18. Раскин А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.

19. Родичев В. А. Устройство и ТО грузовых автомобилей: Учебник водителя автотранспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 256 с.

20. Унгер Э. В., Машатин В. Н., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. - М.: Транспорт, 1976. – 392 с.

21. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур.—6-е изд., стереотип.— М.: Машиностроение, 1987.—352 с.

22. Черепанов Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.

23. Шестопапов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопапов. - 7-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.
25. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.
26. Dainius L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. - 2 p.
27. Konig R. Sehmieretechnik / R. Konig. - Springer, 1972. - p.164.
28. Maten J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.
29. Mikell P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

Приложение А

Графики тягового расчета

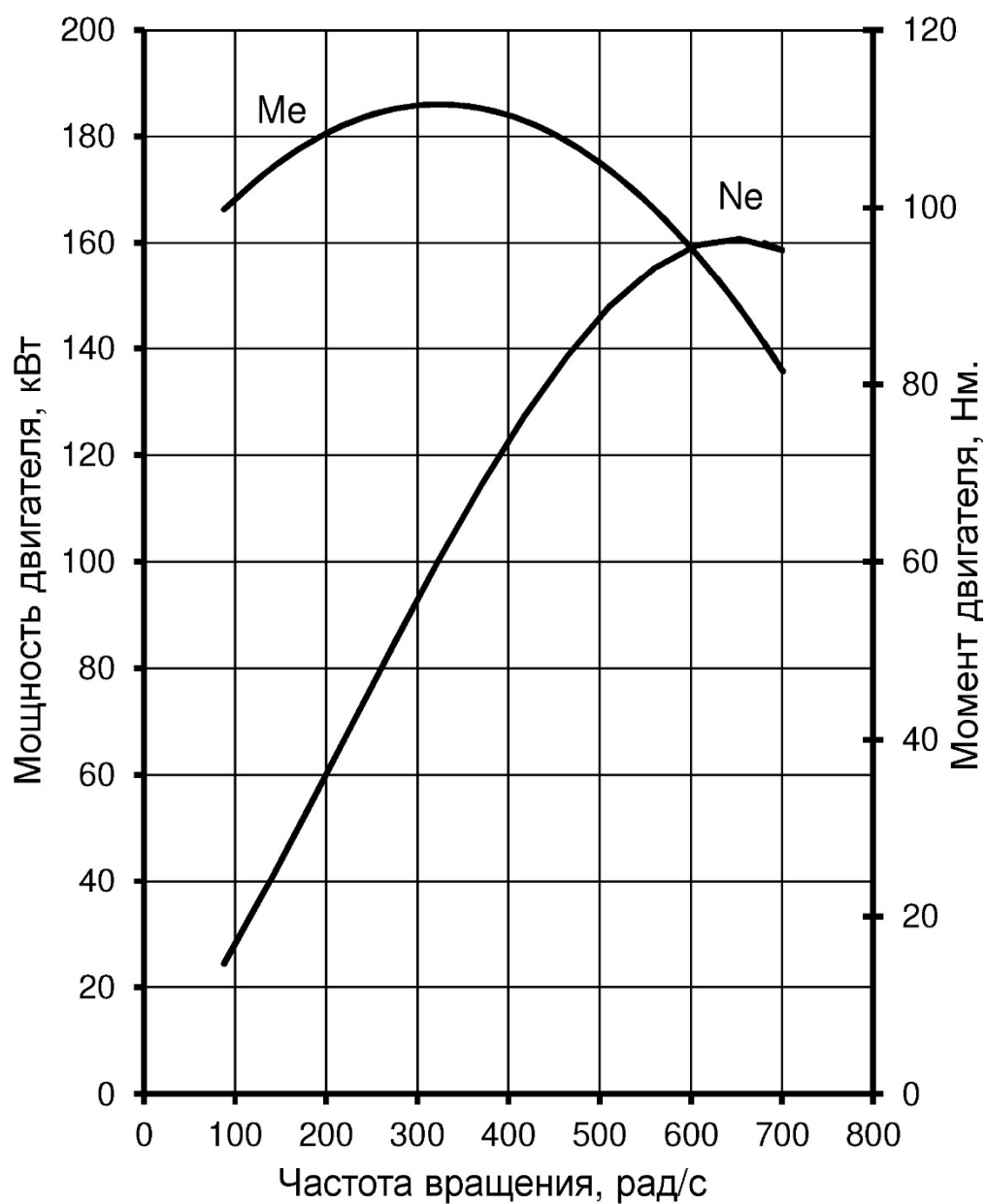


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

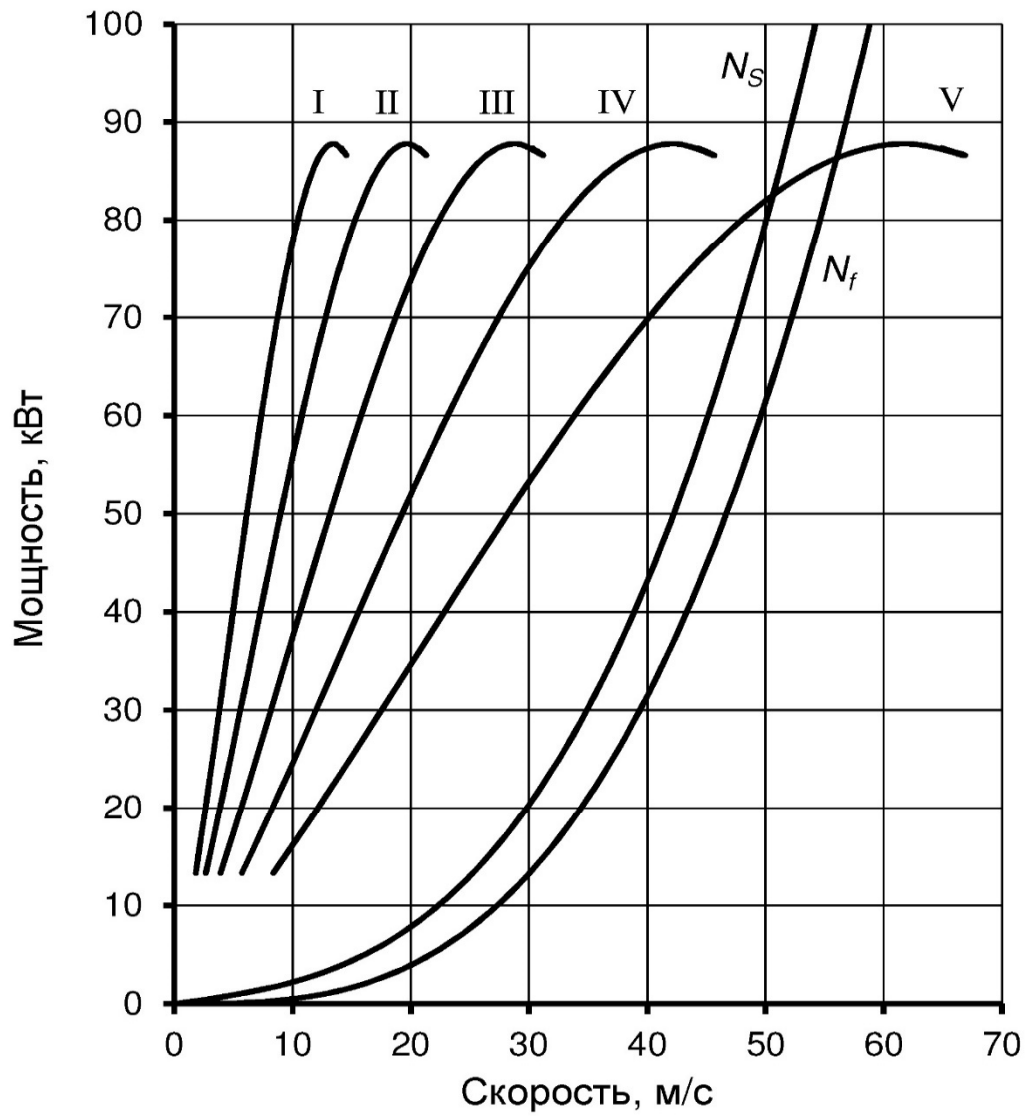


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Продолжение Приложения А

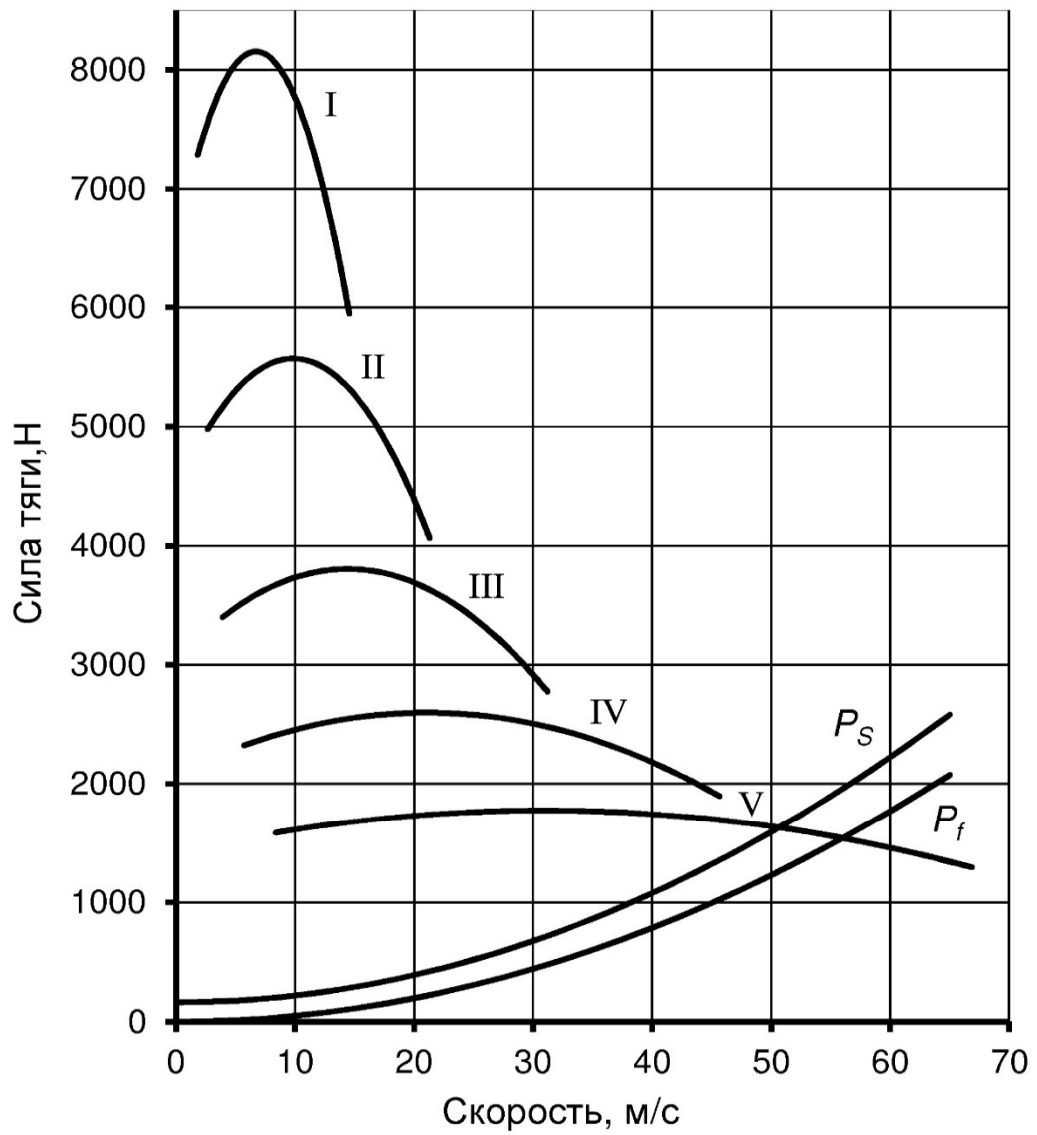


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Продолжение Приложения А

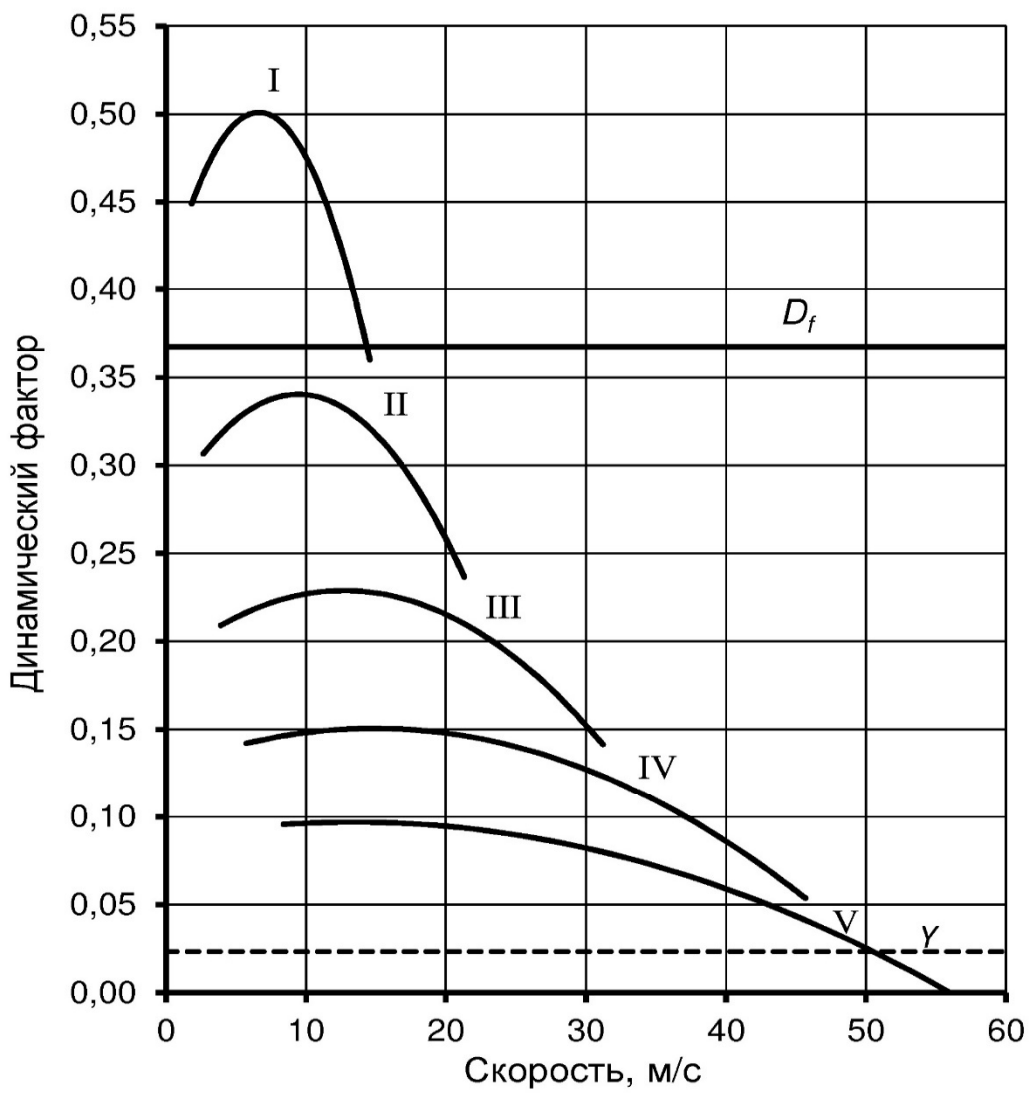


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Продолжение Приложения А

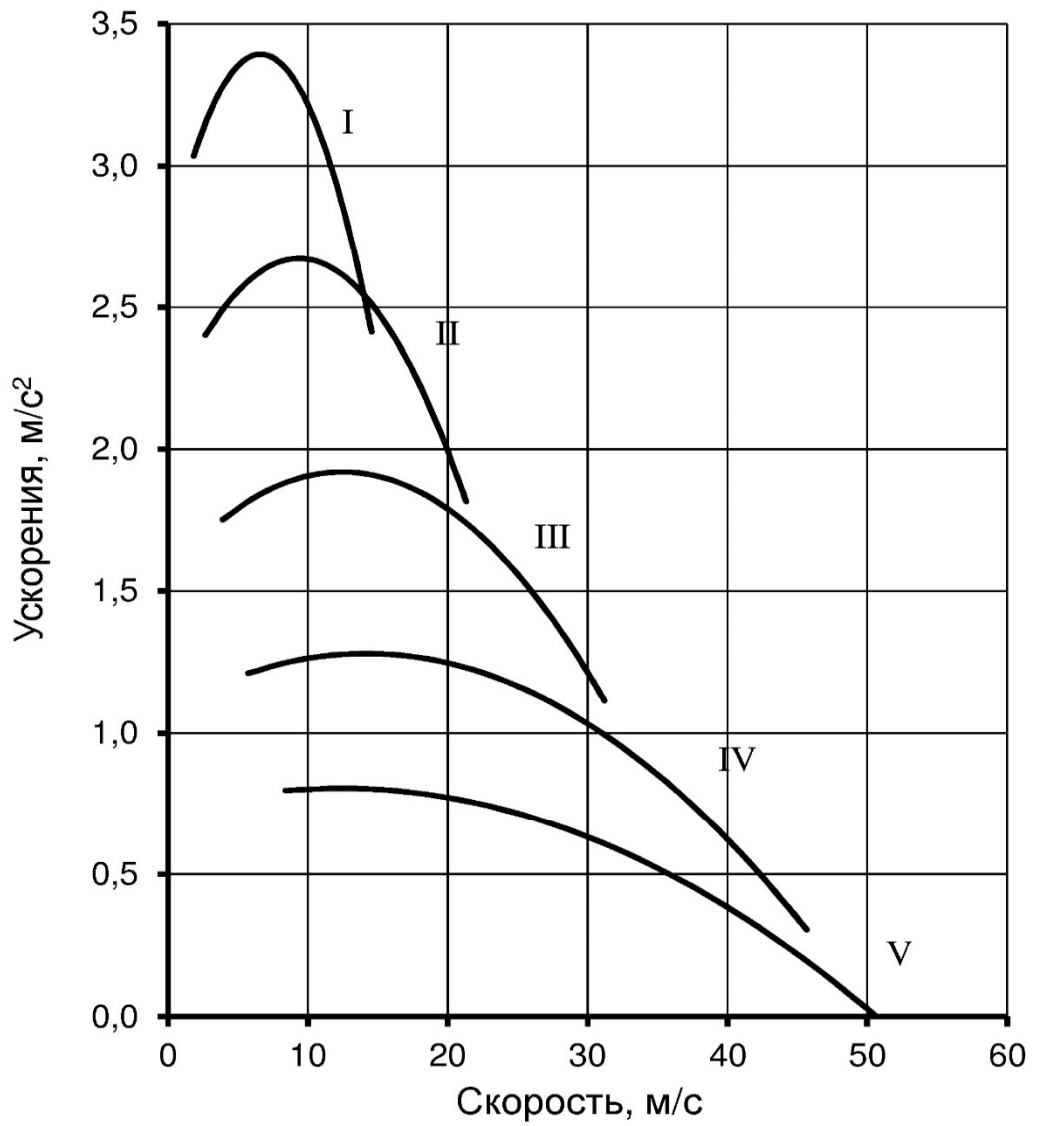


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

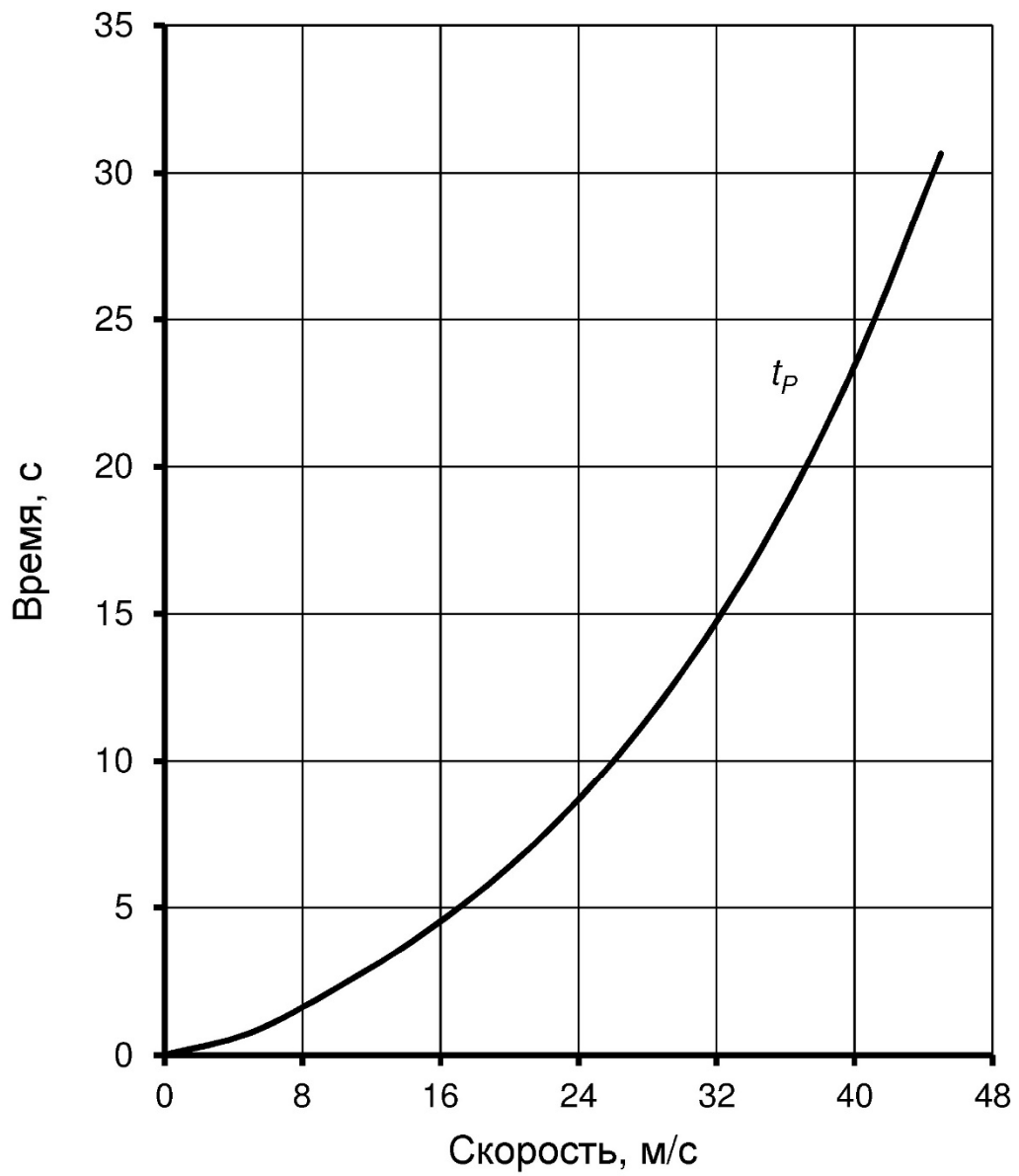


Рисунок А.6 – Время разгона

Продолжение Приложения А

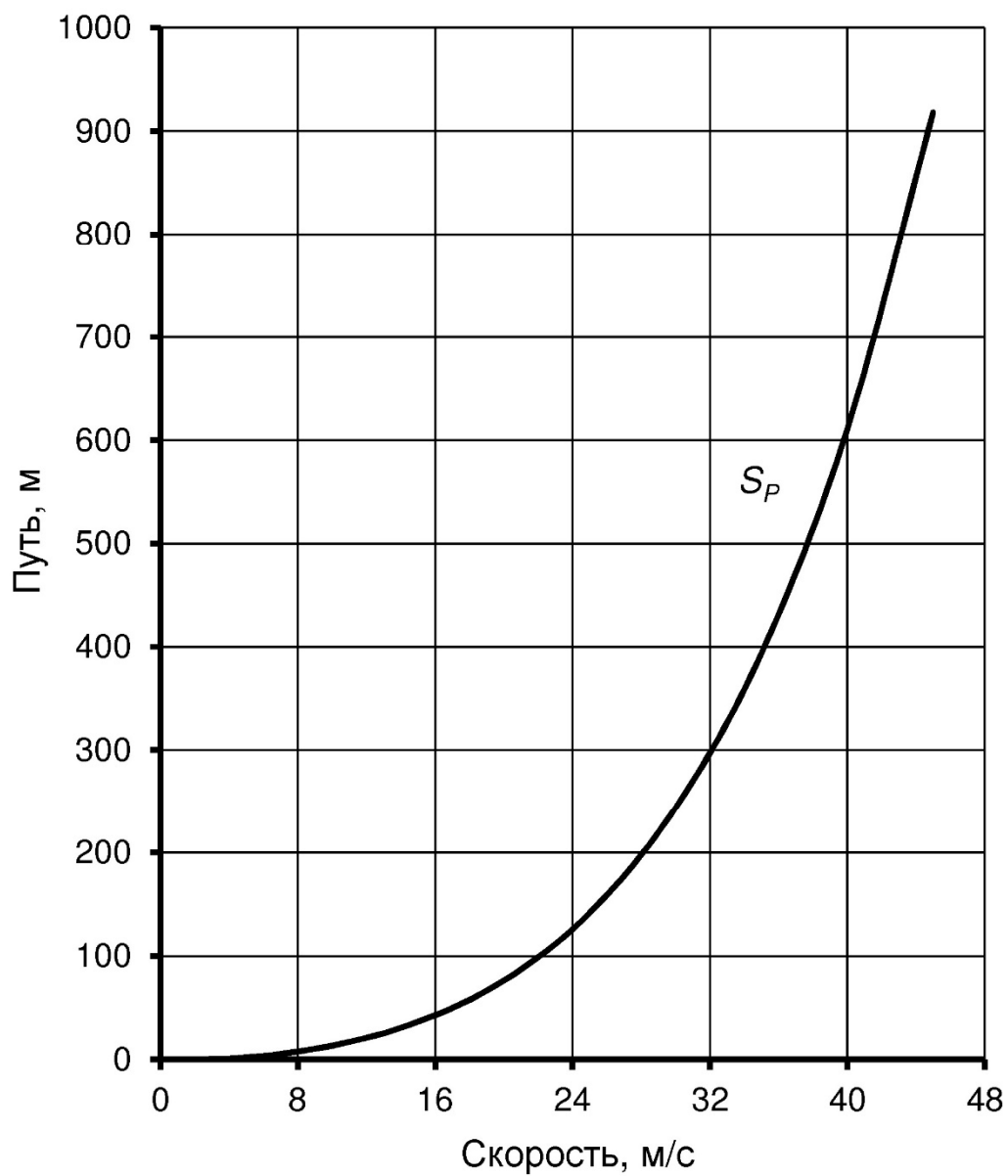


Рисунок А.7 – Путь разгона

Продолжение Приложения А

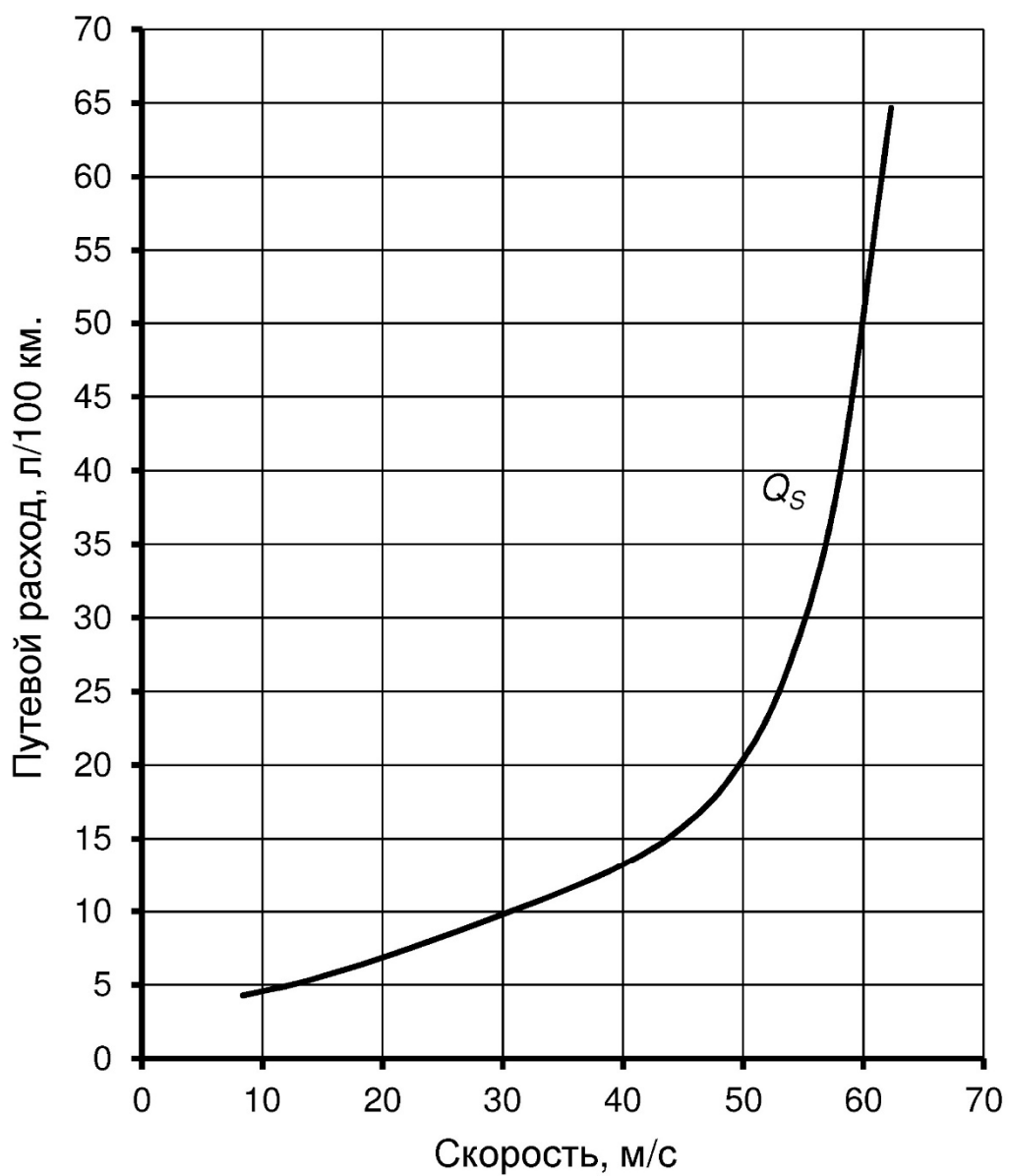


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива