

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 Задняя подвеска автомобиля Lada X-RAVY повышенного комфорта

Обучающийся

В.А. Хнаев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Л.А. Черепанов

(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 О.М. Сярдова

(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

Тема моего дипломного проекта - "Задняя подвеска автомобиля Lada X-Ray повышенного комфорта". В быстро меняющемся мире, автомобили обязаны обеспечивать текущий темп человеческой жизни, поэтому потребность в автомобилях также растет. Это означает, что нужна надежная система зажигания, надежное рулевое управление и бесшумная коробка передач, плавное сцепление, превосходное динамическое ускорение, максимальная устойчивость и управляемость в любых дорожных и погодных условиях.

Стабильность на дороге, простота обслуживания, низкая стоимость, безопасное и удобное управление, длительный срок службы автомобиля, высокая производительность, таким автомобиль должен быть сегодня.

Работа состоит из 108 страниц формата А4, включая введение, конструкторский, экономический, безопасность и технический раздел, а также приложения по графике и спецификациям. Графическая часть дипломного проекта состоит из 9 страниц формата А1.

Первая часть посвящена конструкции разработанных узлов, их текущим тенденциям развития и классификации существующих типов конструкций.

Вторая часть проекта посвящена расчетам конструкции транспортного средства. В этом разделе приведен тяговый расчет автомобиля и также расчеты подвески автомобиля.

Третья часть моей выпускной работы – безопасность проекта.

Четвертая часть выпускной работы - это техническая часть.

Пятая часть - экономическая. Посвящена экономическим расчетам.

Abstract

The topic of my graduation project is "The rear suspension of the Lada X-Ray car of increased comfort". In a rapidly changing world, cars are required to provide the current pace of human life, so the need for cars is also growing. This means that you need a reliable ignition system, reliable steering and a silent gearbox, smooth grip, excellent dynamic acceleration, maximum stability and handling in all road and weather conditions.

Stability on the road, ease of maintenance, low cost, safe and convenient operation, long service life of the car, high performance, such a car should be today.

The work consists of 108 A4 pages, including an introduction, a design, economic, safety and technical section, as well as appendices on graphics and specifications. The graphic part of the diploma project consists of 9 pages of A1 format.

The first part is devoted to the design of the developed nodes, their current development trends and classification of existing types of structures.

The second part of the project is devoted to calculations of the vehicle design. This section shows the traction calculation of the car and also the calculations of the suspension of the car.

The third part of my graduation work is project security.

The fourth part of the graduation paper is the technical part.

The fifth part is economic. It is devoted to economic calculations.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса	6
1.1 Назначение подвески и её устройство	6
1.2 Классификация подвесок	7
1.3 Обоснование выбранного варианта подвески.....	21
2 Конструкторская часть	23
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	23
2.2 Расчет подвески автомобиля.....	38
3 Безопасность и экологичность объекта	45
4 Технологическая часть	70
5 Экономическая эффективность проекта	82
Заключение.....	89
Список используемой литературы	90
Приложение А Графики тягового расчета.....	93

Введение

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

Для выбора оптимальной конструкции перспективной задней подвески для современного автомобиля следует подробнее познакомиться с различными типами подвески автомобилей, и выбрать наиболее подходящий вариант, удовлетворяющий современным требованиям потребителя для дальнейшей разработки в дипломном проекте.»[12]

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

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески и её устройство

Подвеска легкового автомобиля является важнейшим аспектом его общей производительности и безопасности. Его основная функция заключается в поглощении дорожных ударов и вибраций, обеспечивая плавную езду водителю и пассажирам. Система подвески состоит из различных компонентов, таких как пружины, амортизаторы, стойки, рычаги и поперечные балки.[1]-[3]

Пружины отвечают за то, чтобы выдерживать вес автомобиля и поддерживать постоянную высоту подъема. Существует несколько типов пружин, включая спиральные, листовые и торсионные. Амортизаторы, с другой стороны, управляют движением пружин, предотвращая их неконтролируемое колебание. Они также помогают поддерживать контакт шины с дорогой, обеспечивая надлежащую управляемость и устойчивость.

Рычаги подвески являются важными деталями, которые соединяют кузов с шасси автомобиля, позволяя перемещать и регулировать подвеску. Стабилизатор поперечной устойчивости уменьшает крен кузова при прохождении поворотов, улучшая общую устойчивость и управляемость автомобиля.

В целом, конструкция системы подвески должна обеспечивать тонкий баланс между комфортом езды и управляемостью. При проектировании системы подвески производители должны учитывать такие факторы, как управляемость, комфорт при езде, шум и вибрация. Поступая таким образом, они могут обеспечить своим покупателям более безопасное и приятное вождение.[4]

1.2 Классификация подвесок

Системы подвески легковых автомобилей могут быть классифицированы на основе различных критериев, включая тип подвески (независимая или зависимая), положение подвески (передняя или задняя), конструкцию подвески (однорычажная или многорычажная) и способ амортизации (механический или гидравлический).

Независимые системы подвески, которые позволяют каждому колесу двигаться независимо от других, широко используются в современных легковых автомобилях благодаря их превосходному комфорту езды и управляемости. С другой стороны, зависимые подвесные системы проще по конструкции и, как правило, стоят дешевле.[9]-[12]

Передние подвески могут быть классифицированы следующим образом: это стойки Макферсона, двойные поперечные рычаги или торсионная балка, в то время как задние подвески могут быть классифицированы как многорычажные, цельноосные или торсионная балка. Кроме того, некоторые автомобили могут иметь пневматическую или активную подвеску, которая регулирует высоту и жесткость в зависимости от дорожных условий или стиля вождения. Таким образом, для легковых автомобилей доступны различные системы подвески, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Начнем с описания листовой рессорной подвески, как показано на рисунке 1.[13]-[16]

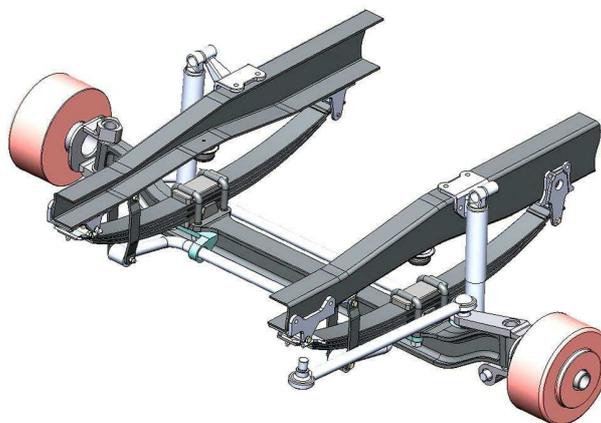


Рисунок 1 – Рессорная подвеска

Первое преимущество и, возможно, главное преимущество - это простота подвески. Во время своей работы она поглощает не только вертикальные нагрузки несущей системы, но также боковые и продольные нагрузки, возникающие при поворотах, а также при торможении или страгивании. «Рессорная подвеска позволяет избежать использования каких-либо тяг и рычагов. Вторым важным преимуществом рессорной подвески является ее небольшой размер. Например, это не уменьшает объем багажника, как пружины подвески.»[16] Это преимущество используется при производстве легковых и грузовых автомобилей. Основываясь на легковых автомобилях, примером такого транспортного средства является грузовик. К недостаткам этой подвески относятся плохая плавность хода и низкое энергопоглощение от неровностей дороги. Это может вызвать так называемый эффект отскока при воздействии на шероховатости дороги. Стоимость подвески по сравнению с аналогичными типами в 1,5 раза ниже при использовании реактивных тяг и пружинных подвесок с рычагами. Техническое обслуживание этого типа подвески очень простое и часто не требует использования специального оборудования, инструментов или оснастки. Этот тип подвески, как уже упоминалось, в основном используется в легких коммерческих автомобилях.

Теперь мы переходим к рассмотрению подвески с использованием пружинной подвески и продольных тяг, включая так называемую тягу "Панара", показанную на рисунке 2. [17]-[19]

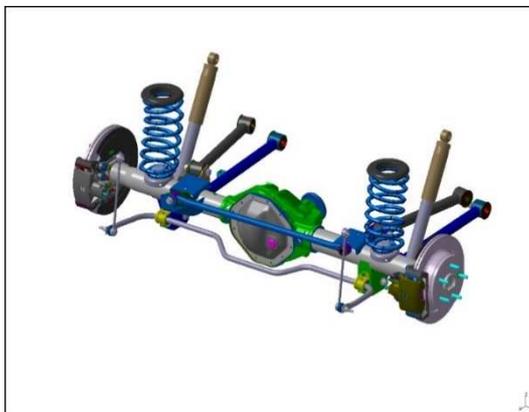


Рисунок 2 – Зависимая пружинная подвеска

Зависимая пружинная подвеска - это широко используемый тип подвесной системы в легковых автомобилях. Он состоит из набора пружин и других компонентов, которые работают вместе, обеспечивая комфортную и контролируемую езду. Вот описание его общей конструкции, принципа работы, а также его преимуществ и недостатков:

Конструкция:

Зависимая пружинная подвеска обычно включает в себя несколько ключевых компонентов:

Пружины: Это основные компоненты, ответственные за поглощение ударов и обеспечение поддержки. Наиболее распространенными типами пружин, используемых в этой системе подвески, являются спиральные пружины, пластинчатые рессоры или комбинация того и другого.

Рычаги: Также известные как поперечные рычаги, рычаги используются для соединения системы подвески с рамой автомобиля. Они позволяют перемещать колеса вверх-вниз, сохраняя при этом правильную центровку.

Амортизаторы: Это гидравлические или газонаполненные устройства, которые гасят колебания пружин, помогая обеспечить более плавную езду за счет управления движением колес. [20]-[23]

Стабилизатор поперечной устойчивости: он соединяет компоненты подвески с обеих сторон автомобиля. Его цель - уменьшить крен кузова при прохождении поворотов и улучшить устойчивость.

Принцип действия:

Зависимая пружинная подвеска работает по принципу использования пружин для поглощения ударов, с которыми сталкиваются колеса. Когда автомобиль сталкивается с неровной поверхностью, пружины сжимаются или растягиваются, позволяя колесам двигаться вверх и вниз независимо друг от друга. Рычаги обеспечивают правильную центровку и перемещение колес, в то время как амортизаторы гасят колебания пружин, предотвращая чрезмерные подпрыгивания и обеспечивая более контролируемую езду.

Преимущества:

Экономичность: Зависимые пружинные подвески, как правило, дешевле в изготовлении и обслуживании по сравнению с более совершенными системами подвески, что делает их популярными в серийных легковых автомобилях.

Простота: Конструкция зависимой пружинной подвески относительно проста, что облегчает ее ремонт по сравнению со сложными системами подвески.

Долговечность: Благодаря меньшему количеству частей и прочной конструкции зависимые пружинные подвески известны своей долговечностью и способностью выдерживать различные дорожные условия.

Недостатки:

Качество езды: В то время как зависимые пружинные подвески обеспечивают комфортную езду по ровным дорогам, они могут с трудом поглощать большие неровности или обеспечивать точную управляемость на более сложной местности.

Ограниченная возможность регулировки: Зависимые пружинные подвески, как правило, имеют ограниченные возможности регулировки, что затрудняет точную настройку подвески в соответствии с конкретными предпочтениями водителя или условиями нагрузки. [24]-[26]

Марки автомобилей:

Зависимые пружинные подвески широко используются в автомобилях различных марок, особенно в легковых автомобилях начального и среднего класса. Некоторые примеры марок автомобилей, которые обычно используют зависимые пружинные подвески, включают Toyota, Honda, Ford, Chevrolet, Volkswagen, Hyundai и Kia. Стоит отметить, что в конкретных моделях и комплектациях этих брендов могут использоваться различные настройки подвески, включая независимые подвески, для повышения производительности.

Следующая подвеска - торсионная балка Н-образного типа. Она относится к полунезависимой подвеске и установлена на задней оси. К таким преимуществам такой подвески относятся отсутствие приводных элементов, простота установки, компактность и малый вес. Следовательно, в этом случае уменьшается неподрессоренная масса, а наиболее важным преимуществом является оптимальная кинематика колеса. К сожалению, такая подвеска может быть использована только на задней оси. Точно так же, как ось с пружинным элементом влияет на внутренние габариты автомобиля. Техническое обслуживание с функциональной точки зрения этот тип очень нетребователен и обслуживается только тогда, когда требуются замена амортизаторов, а иногда и только резиновые элементы. Сравнивая стоимость, общую стоимость подвески, она, безусловно, имеет преимущества перед другими типами, но у нее также есть серьезный недостаток, заключающийся в том, что если одна часть балки ломается, необходимо заменить всю балку целиком.

Следующий тип подвески, который мы рассмотрим, - это задняя независимая подвеска с продольными рычагами. Задняя независимая подвеска - это тип подвесной системы, обычно встречающийся в легковых автомобилях. Он разработан для повышения комфорта езды, управляемости и устойчивости, позволяя каждому заднему колесу двигаться независимо. Вот описание его общей конструкции. [27]

Конструкция:

Задняя независимая подвеска обычно состоит из следующих компонентов:

Рычаги: обычно они расположены между задней осью и рамой автомобиля. Они обеспечивают необходимую поддержку и позволяют колесам независимо перемещаться вверх и вниз.

Спиральные пружины или пневморессоры: Эти пружины используются для того, чтобы выдерживать вес автомобиля и поглощать удары. Они расположены между рычагами и рамой или подрамником транспортного средства.

Амортизаторы: Подобно зависимым пружинным подвескам, амортизаторы используются для гашения колебаний пружин, обеспечивая более плавную и контролируемую езду.

Стабилизатор поперечной устойчивости: В некоторые конструкции может быть встроен стабилизатор поперечной устойчивости для уменьшения крена кузова при прохождении поворотов, повышения устойчивости и управляемости.

Преимущества:

Повышенный комфорт при езде: Независимая задняя подвеска обеспечивает лучшую изоляцию от неровностей дороги. Каждое колесо может независимо реагировать на ухабы и неровности, что обеспечивает более плавную и комфортную езду для пассажиров.

Улучшенная управляемость и устойчивость: Независимое перемещение каждого колеса обеспечивает лучший контакт колеса с дорогой и улучшенное сцепление с дорогой, что приводит к улучшенной управляемости, прохождению поворотов и общей устойчивости автомобиля.

Уменьшенная передача колебаний: Независимая подвеска помогает свести к минимуму передачу колебаний при ускорении, торможении и прохождении поворотов. Это может способствовать улучшению баланса автомобиля и повышению общей производительности.

Недостатки:

Повышенная сложность: Задние независимые подвески, как правило, более сложны и содержат больше компонентов по сравнению с зависимыми пружинными подвесками. Это может привести к повышению производственных затрат и потенциально увеличению расходов на техническое обслуживание и ремонт.

Более высокая стоимость: Из-за более высокой сложности и дополнительных компонентов автомобиля, оснащенные системами независимой задней подвески, как правило, стоят дороже по сравнению с автомобилями с зависимой пружинной подвеской.

Марки автомобилей:

Задние независимые подвески обычно встречаются в широком спектре марок автомобилей, особенно в легковых автомобилях среднего и высокого класса. Некоторые известные марки автомобилей, которые часто используют задние независимые системы подвески, включают BMW, Mercedes-Benz, Audi, Jaguar, Lexus, Acura, Cadillac, Volvo и Porsche. Однако важно отметить, что наличие задней независимой подвески может варьироваться в зависимости от моделей и комплектаций этих брендов, поскольку некоторые автомобили начального уровня или компактные автомобили могут выбирать более простые и экономичные системы подвески. Этот тип подвески показан на рисунке 3.[28]-[29]

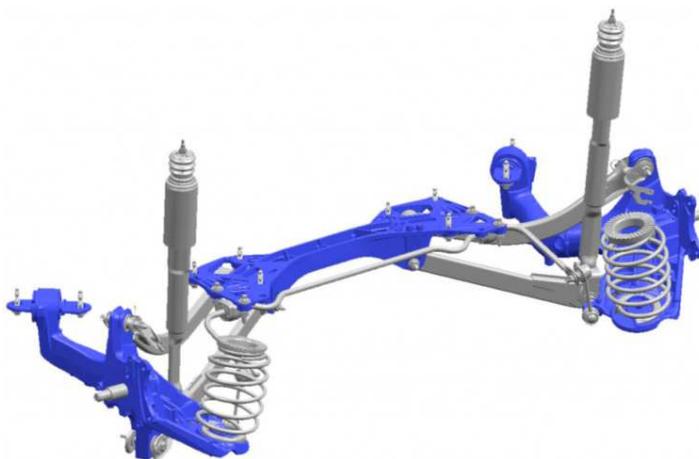


Рисунок 3 – Задняя независимая подвеска с продольными рычагами

Независимая подвеска McPherson широко используется в легковых автомобилях благодаря своей простоте, компактности и экономичности. Это обеспечивает сочетание комфорта при езде и управляемости. Вот описание его общей конструкции, преимуществ и недостатков, а также его применимости:

Конструкция:

Независимая подвеска McPherson обычно состоит из следующих компонентов:

Стойка MacPherson: Основным компонентом этой системы подвески

является стойка MacPherson в сборе, которая объединяет функции амортизатора, спиральной пружины и рычага подвески в единое целое. Он состоит из телескопического демпфера (амортизатора), установленного внутри спиральной пружины, которая прикреплена к нижнему рычагу. Верхний конец стойки соединен с кузовом транспортного средства.

Нижний рычаг: отвечает за подключение системы подвески к ступице колеса в сборе. Это помогает контролировать вертикальное перемещение колеса.

Поворотный кулак: Поворотный кулак соединяет систему подвески с колесом и обеспечивает вращение колесного узла.

Преимущества:

Экономичность: Независимая подвеска MacPherson относительно недорога в изготовлении, что делает ее популярным выбором для серийных легковых автомобилей.

Экономия пространства: имеет компактную конструкцию, позволяющую эффективно использовать пространство под автомобилем. Это может быть особенно выгодно в небольших или компактных автомобилях, где пространство ограничено.

Упрощенная сборка: Интеграция нескольких компонентов в стойку MacPherson упрощает процесс сборки подвески, сокращая время изготовления и затраты.

Хороший комфорт при езде: Конструкция подвески MacPherson обеспечивает комфортную езду, поскольку комбинация стойки и спиральной пружины эффективно поглощает удары и неровности дороги, уменьшая вибрацию и удары, ощущаемые пассажирами.

Недостатки:

Ограниченная возможность регулировки: Стойки MacPherson обладают ограниченной возможностью регулировки по сравнению с более сложными системами подвески, что затрудняет точную настройку подвески в соответствии с конкретными предпочтениями водителя или условиями

нагрузки.

Влияние на управляемость: В условиях высокой производительности или агрессивного вождения конструкция подвески MacPherson может иметь некоторые ограничения с точки зрения управляемости и проходимости поворотов по сравнению с более совершенными подвесками. [29]-[30]

Применимость:

Независимая подвеска MacPherson широко используется различными производителями автомобилей в разных сегментах. Она обычно встречается в компактных автомобилях, седанах и даже некоторых кроссоверах-внедорожниках. Некоторые популярные марки автомобилей, использующие конструкцию подвески MacPherson, включают Toyota, Honda, Ford, Volkswagen, Hyundai, Chevrolet и многие другие. Она особенно популярна в автомобилях, где стоимость, простота и компактность являются важными факторами, что делает ее универсальной системой подвески для широкого спектра легковых автомобилей.

Этот тип подвески показан на рисунке 4.[31]-[32]



Рисунок 4 – Подвеска Мак-Ферсон

Независимая многорычажная подвеска - это сложная и универсальная система подвески, обычно используемая в современных легковых автомобилях. Она разработана таким образом, чтобы обеспечить баланс между комфортом езды, управляемостью и устойчивостью.

Конструкция:

Независимая многорычажная система подвески состоит из нескольких компонентов, работающих вместе, чтобы обеспечить независимое перемещение и управление каждым колесом.

Рычаги: В многорычажной подвеске используется несколько рычагов, обычно три или более, соединенных со ступицей колеса в сборе. Эти рычаги обычно расположены в геометрической конфигурации, позволяющей точно контролировать движение колеса.

Рычаги соединены друг с другом и с кузовом транспортного средства с помощью различных звеньев, таких как боковые звенья, задние рычаги или рычажные соединения. Эти звенья помогают регулировать движение и положение колес во время перемещения подвески.

Амортизаторы: Как и в других системах подвески, в многорычажной конструкции присутствуют амортизаторы или демпферы, которые контролируют колебания пружин и обеспечивают плавность хода. Обычно они устанавливаются между рычагами и кузовом транспортного средства.

Пружины: Спиральные пружины или пневматические рессоры используются для поддержания веса автомобиля и амортизации ударов. Они расположены между рычагами и кузовом автомобиля.

Преимущества:

Повышенный комфорт при езде: Многорычажная система подвески обеспечивает независимое перемещение колес, что повышает комфорт при езде. Она эффективно изолирует каждое колесо от неровностей дороги, снижая вибрацию и удары, передаваемые пассажирам автомобиля.

Точное управление и устойчивость: Многорычажная конструкция

обеспечивает лучший контроль над движением колес, обеспечивая более точное управление и повышенную устойчивость при прохождении поворотов, ускорении и торможении. Это помогает поддерживать оптимальный контакт шин с дорожным покрытием, способствуя улучшению сцепления с дорогой и управляемости.

Универсальность: Многорычажная система подвески может быть настроена и оптимизирована для различных условий вождения, вариаций нагрузки и типов транспортных средств. Она обладает более высокой степенью регулировки, что делает его подходящим для широкого спектра легковых автомобилей, включая спортивные автомобили, роскошные седаны и внедорожники.

Недостатки:

Сложность и стоимость: Многорычажная подвесная система является более сложной и включает в себя большее количество компонентов по сравнению с более простыми конструкциями подвесок. Такая сложность может увеличить производственные затраты, требования к техническому обслуживанию и потенциальные затраты на ремонт.

Требования к пространству: Конструкция многорычажной подвески требует достаточного пространства для размещения различных рычагов управления, тяг и точек крепления. Это может быть непросто реализовать в компактных транспортных средствах или в ситуациях, когда пространство ограничено.

Применимость:

Независимая многорычажная система подвески обычно используется в легковых автомобилях среднего и высокого класса, где требуется баланс между комфортом езды, управляемостью и устойчивостью. Он используется различными производителями автомобилей, включая BMW, Mercedes-Benz, Audi, Jaguar, Lexus, Volvo и многими другими. Многорычажной подвеске часто отдают предпочтение в автомобилях, которые отдают предпочтение производительности, роскоши и улучшенной динамике вождения, что делает

ее популярным выбором в спортивных автомобилях, представительских седанах и внедорожниках премиум-класса. Этот тип показан на рисунке 5. [32]-[33]

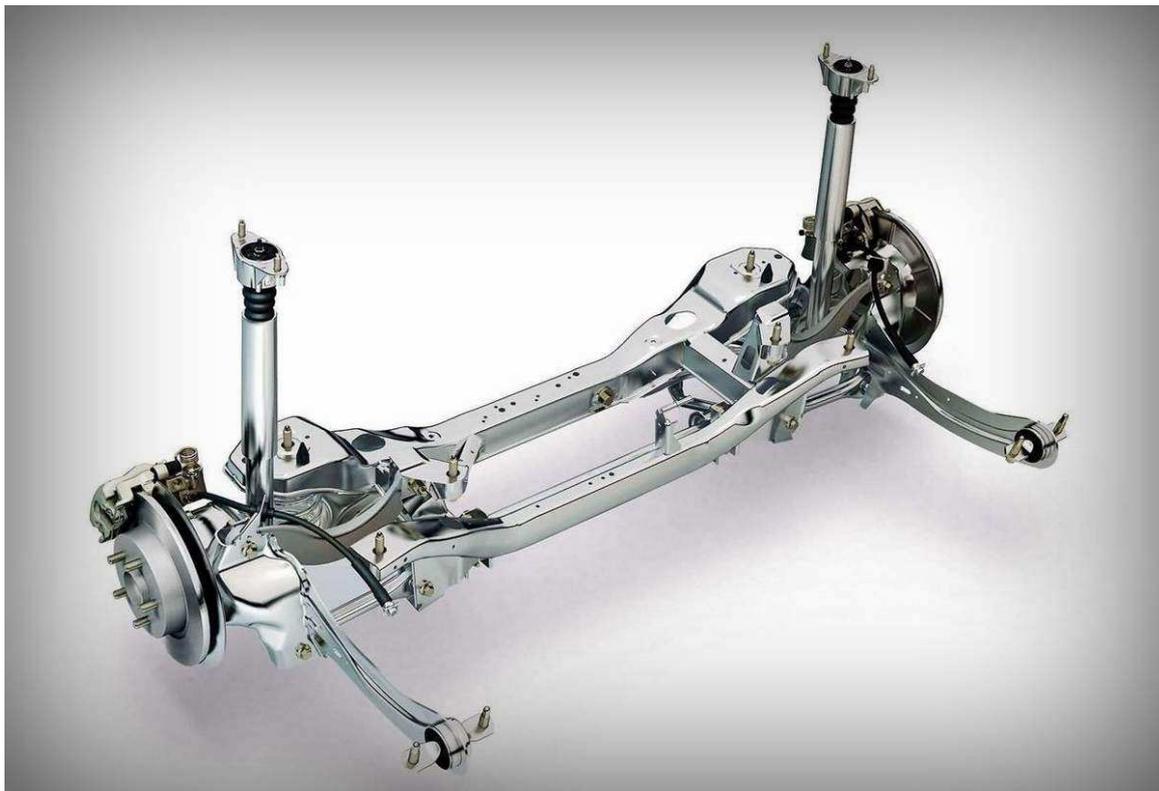


Рисунок 5 – Многорычажная подвеска

Еще один тип подвески это торсионная подвеска - это подвеска, в которой в качестве упругого элемента используется торсионный стержень. Торсионная подвеска - это тип подвесной системы, обычно используемый в легковых автомобилях, грузовиках и внедорожниках. В нем используются торсионные стержни для обеспечения поддержки и контроля вертикального перемещения колес.

Конструкция:

Торсионная подвеска обычно состоит из следующих компонентов:

Торсионные стержни: Торсионные стержни представляют собой длинные, тонкие цилиндрические стержни, изготовленные из закаленной стали. Они крепятся к раме или подрамнику транспортного средства с одного конца и к рычагам подвески с другого конца. Торсионные стержни

накапливают и высвобождают энергию при скручивании под нагрузкой.

Рычаги: также известные как поперечные рычаги, используются для соединения торсионных стержней со ступицами колес. Они помогают контролировать вертикальное перемещение колес и обеспечивают устойчивость.

Точки крепления: Торсионные стержни крепятся к раме или подрамнику транспортного средства с помощью точек крепления. Эти точки крепления позволяют торсионным стержням скручиваться и накапливать энергию.

Принцип действия:

Торсионная подвеска работает по принципу скручивания торсионных стержней для поглощения ударов и обеспечения поддержки. Когда колеса сталкиваются с ухабами или неровными поверхностями, рычаги подвески перемещаются вверх или вниз, вызывая перекручивание торсионов. Когда торсионные стержни скручиваются, они накапливают энергию. Когда колесо возвращается в нормальное положение, торсионы высвобождают накопленную энергию, помогая стабилизировать подвеску и поддерживать комфортную езду.

Преимущества:

Долговечность: Торсионные стержни известны своей долговечностью и способностью выдерживать большие нагрузки и суровые дорожные условия. Они менее подвержены повреждениям от ударов по сравнению с спиральными пружинами.

Компактность: Торсионные подвески более компактны по сравнению с подвесками на спиральных пружинах. Они занимают меньше места, обеспечивая больше места в шасси или салоне автомобиля.

Возможность регулировки: Преимущество торсионных подвесок заключается в возможности регулировки. Регулируя натяжение или положение торсионов, можно изменять высоту хода и жесткость подвески в соответствии с различными условиями вождения или предпочтениями.

Недостатки:

Ограниченное шарнирное соединение колес: Торсионные подвески обычно имеют ограниченное шарнирное соединение колес по сравнению с некоторыми другими независимыми системами подвески. Это может повлиять на проходимость по бездорожью и способность колес сохранять контакт с неровной местностью.

Более жесткая ходовая часть: Торсионные подвески часто обеспечивают более жесткую ходовую часть по сравнению с другими системами подвески. Хотя это может обеспечить лучшую устойчивость и управляемость в определенных ситуациях, это может привести к некоторому снижению комфорта езды.

Применимость:

Торсионные подвески обычно встречаются в различных легковых автомобилях, грузовиках и внедорожниках. Они часто используются в автомобилях с задним или полным приводом, а также в некоторых переднеприводных автомобилях. Торсионные подвески особенно подходят для применений, требующих долговечности, несущей способности и способности передвигаться по неровной или пересеченной местности. Они были использованы производителями автомобилей, такими как Chevrolet, Dodge, Ford и Jeep, в своих моделях грузовиков и внедорожников.[33]

1.3 Обоснование выбранного варианта подвески

В настоящее время наибольшее распространение на автомобилях получили - это передняя подвеска Mc Person, задняя - со связанными рычагами. В мире имеется тенденция установки многорычажной задней подвески не только на автомобилях класса D, но и на небольшие недорогие переднеприводные а/м.

Наибольшие преимущества имеют:

- многорычажная подвеска (задняя) - в силу эластокинематики;
- подвеска типа Mc Person (передняя) - проста, надёжна, компактна;

Учитывая такие преимущества многорычажной подвески, как:

- возможное применение одной конструкции подвески на автомобилях разных классов;
- возможность изменять параметры управляемости в широких пределах;
- возможность использовать данную конструкцию без изменения для варианта 4WD;
- более широкие возможности снижения вибро - и шумопередачи через силовую схему и шарниры;
- возможность применения данного типа подвески на автомобиле типа «минивен»;

Данный проект заключается в модернизации системы подвески легкового автомобиля, направленный на повышение общей производительности, безопасности и комфорта транспортного средства, а именно была спроектирована независимая задняя подвеска для проектного автомобиля. Нынешняя система подвески, хотя и функциональна, лишена передовых функций и технологий, присущих современным моделям.

По составу и общему количеству деталей проектируемая подвеска, существенно отличается от базовой. Проектируемая подвеска, в отличие от базовой, является независимой и крепится к подрамнику, который в свою

очередь монтируется на кузов автомобиля. В проектируемой подвеске роль направляющих элементов выполняют верхний U-образный верхний рычаг и нижний треугольный рычаг, которые крепятся к подрамнику через сайлентблоки.

Во-первых, модернизированная подвеска значительно повысит комфорт езды за счет эффективного поглощения неровностей дороги, снижения вибраций и минимизации передачи ударов пассажирам автомобиля. Это приведет к более плавному и приятному вождению, особенно на неровных или шероховатых дорожных покрытиях.

Во-вторых, модернизированная система подвески повысит управляемость и устойчивость, обеспечивая точное рулевое управление, лучшие возможности прохождения поворотов и улучшенное сцепление с дорогой. Это обеспечит водителю повышенное чувство уверенности и безопасности, особенно во время маневров на высокой скорости или в аварийных ситуациях.

К тому же разработка многорычажной подвески с точки зрения маркетинговой политики крайне необходима, так как в настоящее время практически все дорогие а/м, а так же многие новые модели среднего класса уже оснащаются такой подвеской, и из года в год их количество растёт.

В заключение следует отметить, что проект по модернизации подвески нашего легкового автомобиля является важным шагом на пути к улучшению качества вождения, повышению безопасности и удовлетворенности клиентов. Инвестируя в передовые технологии подвески, мы будем позиционировать себя на переднем крае отрасли, удовлетворяя меняющиеся потребности и ожидания наших взыскательных клиентов.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес	$n_k = 2$
Собственная масса, кг	$m_o = 1200$
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	$C_x = 0,30$
Величина максимально преодолеваемого подъема	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,00$
Коэффициент сопротивления качению	$f_{ko} = 0,012$
Число передач в коробке передач	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось	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]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1200 \cdot 9,807 = 12063 \text{ Н} \quad (2)$$

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

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

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

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

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

«б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 195/65 R15.»[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;

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

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 195) \cdot 10^{-3} = 0,294 \text{ м} \quad (9)$$

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]

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

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]

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

$$\psi_v = 0,012 \cdot (1 + 51,67^2 / 2000) = 0,023$$

$$N_v = (16231 \cdot 0,023 \cdot 51,67 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 51,67^3 / 2) / 0,91 = 95983 \text{ Вт}$$

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

«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:»[22] Данные заносятся в таблицу 1.

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (17)$$

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая корость, 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 ($\psi_{MAX} = f_{Vmax} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$).»[22]

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,30 = 0,323 \quad (20)$$

$$U_1 \geq 16231 \cdot 0,323 \cdot 0,294 / (186,0 \cdot 0,91 \cdot 3,938) = 1,601$$

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

«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]

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

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

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

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

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

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

«Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов колен вала. Данные заносятся в таблицу 2.

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

Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обороты дв-ля, n_e 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

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

Данные заносятся в таблицу 3.

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обороты двигателя, об/мин	Сила тяги на передаче, кН				
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.»[22]

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скорость, V_A 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

V_A – скорость автомобиля в метрах в секунду, м/сек;

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 5 и представляют графически.»[22]

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Обороты дв-ля, n_e 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]

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

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

Данные заносятся в таблицу 6, таблицу 7 и таблицу 8.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta_{\mathcal{K}} \angle$	1,419	1,211	1,115	1,070	1,048

Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обороты дв-ля, n_e об/мин	Ускорение на 1ой передаче, m/c^2	Ускорение на 2ой передаче, m/c^2	Ускорение на 3ей передаче, m/c^2	Ускорение на 4ой передаче, m/c^2	Ускорение на 5ой передаче, m/c^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, n_e об/мин	1/j на 1ой передаче, $c2/m$	1/j на 2ой передаче, $c2/m$	1/j на 3ей передаче, $c2/m$	1/j на 4ой передаче, $c2/m$	1/j на 5ой передаче, $c2/m$
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:»[22]

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

$$\text{до скорости } V_1: S_1 = \Delta S_1, \quad (40)$$

$$\text{до скорости } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (41)$$

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (42)$$

Результаты расчёта заносятся в таблицу 10:»[22]

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диапазон скорости, 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/сек;

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]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (43)$$

«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] Данные заносятся в таблицу 11 и таблицу 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, V_a 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/сек;

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]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{\epsilon \min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (44)$$

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

$$K_{II} = 1,152 \cdot II^2 - 1,728 \cdot II + 1,523 \quad (45)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (46)$$

$$II = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{W_e}{W_{eN}} \quad (47)$$

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

Таблица 13 - Путь 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, приведены в Приложении А и на листе А1 данной работы.

2.2 Расчет подвески автомобиля

«2.2.1 Определение силового передаточного отношения

Статические нагрузки на пружину и шарниры

Исходные данные: нагрузка на колесо - 405 кг; расчёт кинематики.

Для анализа сил, действующих в подвеске, применим графический метод. При этом потребуется компоновочный чертёж, из которого следует снять соответствующие точки при нормальной нагрузке, и в масштабе построить схему подвески.

А - С - верхний рычаг, В - D - нижний рычаг, известно направление силы пружины, и направление силы в верхнем рычаге.

N - нормальная реакция колеса за вычетом половины неподрессоренных масс.»[11]

$$N = 405 - 33/2 = 388,5 \text{ кг} \quad (48)$$

«Из силового треугольника получим: сила в пружине при нагрузке на колесо 388 кг равна 526 кг.

Отсюда силовое передаточное отношение от колеса к пружине (при полной нагрузке):»[11]

$$if = 526/388,5 = 1.353 \quad (49)$$

«Кинематическое передаточное число можно определить как отношение перемещения колеса к перемещению пружины. Его определяем из кинематического расчёта. В нашем случае $i_k = 4.23/3.14 = 1.347$ (при полной нагрузке).»[11]

2.2.2 Расчет пружины

«Исходя из рекомендаций, принимаем желаемую собственную частоту колебаний поддрессоренных масс для задней подвески $f = 1.5 \dots 1.7$ Гц. Тогда жесткость подвески, приведенная к колесу будет:»[11]

$$C = mn4\pi f^2 = 405 \cdot 47\pi (1,5 \dots 1,7)^2 = 11,451 \dots 14,71 \text{ кг/см} \quad (50)$$

«Приведём жесткость подвески к пружине.»[11]

$$C_{пр} = C \cdot i f_i^k = (11,451 \dots 14,71) 1,353 \cdot 1,347 = 20,869 \dots 26,81 \text{ кг/см} \quad (51)$$

«Расчёт пружины ведется методом последовательных приближений.

При расчёте использовались следующие данные:»[11]

Требуемая жесткость пружины $C_{пр} = 20,869 \dots 26,81 \text{ кг/см}$

Модуль упругости II рода $G = 781000$

Полная нагрузка в расчёте на колесо $P_{ст} = 405 \text{ кг}$

Длина пружины при полной нагрузке (из компоновки) $L_{ст} = 223 \text{ мм}$

Динамический ход сжатия $f_{дин} = 75 \text{ мм}$

Диаметр прутка $d_{пр} = 8 \dots 15 \text{ мм}$

Число рабочих витков $i_p = 3 \dots 15$

Диаметр пружины средний (по центру прутка) $D_{ср} = 55 \dots 130 \text{ мм}$.

Путем изменения параметров $d_{пр}$, i_p , $D_{ср}$, получили следующие результаты:

$$d_{пр} = 11,7 \text{ мм}, i_p = 9,7 \text{ мм}, D_{ср} = 90 \text{ мм}, C_{пр} = 24,15 \text{ кг/см},$$

межвитковый зазор = 1,653 мм, статический прогиб 167,7 мм,

жесткость подвески, приведенная к колесу

$$C_n = 24,15 / (1,353 - 1,347) = 13,25 \text{ кг/см}$$

2.2.3 Проверка целесообразности применения стабилизатора поперечной устойчивости

«Данная подвеска имеет малую жесткость, поэтому следует проверить целесообразность применения стабилизатора поперечной устойчивости.»[11]

«В случае необходимости его применения следует определить его жесткость, приведенную к колесу.

Стабилизаторы служат для снижения крена кузова, уменьшения «отрывов», повышения устойчивости на поворотах. В аналогичных подвесках в мировой практике применяются П-образные стабилизаторы различных конфигураций. В нашем случае стабилизатор должен шарнирно крепиться к кузову центральной частью, а концевые участки должны крепиться к рычагам подвески.

Определим угловую жесткость задней подвески, приведенную к колесу.

Определим положение центра крена задней подвески при полной нагрузке: используем расчетную схему, изображенную на (рис. .2.2), найдем положение оси крена.

Исходные данные:»[11]

Высота центра крена задней подвески 46 мм, высота центра масс 560 мм, недостающие данные возьмём из компоновки.

Высота центра крена равна 46,6 мм.

Угловая жесткость задней подвески нашего типа находится по формуле:

$$C_{\alpha_{зад}} = 2 \cdot C_n \cdot g \cdot (b \cdot d / a)^2, \quad (52)$$

«где C_{α} - угловая жесткость задней подвески, приведенная к колесу; C_n - приведенная к колесу вертикальная жесткость задней подвески; b , d , a - плечи.

Подставим данные в (5) и получим:»[11]

$$\begin{aligned} C_{\alpha_{зад}} &= 2 \cdot 1325 \text{ кг} / \text{ м} \cdot 9,8 \text{ м} / \text{ с}^2 \cdot (2.043 \text{ м} \cdot 0.743 \text{ м} / 2.105 \text{ м})^2 = \\ &= 13450 \text{ Н} \cdot \text{ м} / \text{ рад} \end{aligned}$$

«Допустимый угол крена должен находиться в пределах 4 градусов при относительной боковой силе $\mu=0,4$ (данные УПШ).

Найдем положение центра масс а/м. Его расположение будет пропорционально нагрузкам на оси.»[11]

$$M_{пер} = M_{снар} - M_{зад} = 1550 - 2405 = 740 \text{ кг}, \quad (53)$$

$$l_2 = M_{пер} / M_{снар} \cdot L = 740 / 1550 \cdot 2492 = 1190 \text{ мм} \quad (54)$$

«где $M_{пер}$ - нагрузка на переднюю ось;

$M_{снар} = 1550 \text{ кг}$ - снаряженная масса а/м Lada X-Ray,

$L = 2492 \text{ мм}$ - база а/м, l_2 - расстояние центра масс от задней оси.

Для усиления склонности а/м к недостаточной поворачиваемости угловая жесткость передней подвески должна быть больше угловой жесткости задней подвески.»[11]

$$C1 = C_{пер} + C_{пер \text{ стаб}} \quad (55)$$

$$C2 = C_{зад} + C_{зад \text{ стаб}} \quad (56)$$

$$S = C1 / C2, \quad (57)$$

«где $C_{пер}$, $C_{зад}$ - приведенные к колесу угловые жесткости передней и задней подвесок; $C_{пер.стаб}$ - жесткость переднего стабилизатора, $C_{зад.стаб}$ - жесткость заднего стабилизатора.

Соотношение S должно быть 1,3.

У модернизированного а/м на базе Lada X-Ray предполагается использование задней подвески с угловой жесткостью $C = 16000 \text{ Нм/рад}$.

Зная положения центров крена передней и задней подвесок, а так же положения центра масс можно найти положение оси крена.

Зная положение центров крена передней и задней подвесок, найдем положение оси крена а/м:»[11]

$$h_{эд} = \frac{h_g - (h_1 \cdot l_2 + h_2 \cdot l_1)}{L} \quad (58)$$

«где h_g - высота центра масс а/м, 560 мм, h_1 - высота центра крена передней подвески, h_2 — высота центра крена задней подвески, l_2 - расстояние от задней оси до центра масс, l_1 - расстояние от передней оси до центра масс, L - база а/м.

Подставим значения, получим»[11]

$$L_{кр} = 560 - (46 - 1190 + 46,6 - 1302) / 72492 = 513,7 \sim 514 \text{ мм},$$

Найдем угол крена

$$\beta = \frac{\mu \cdot G \cdot h_{кк}}{C\beta_{пш} + C\beta_{зш} - G \cdot h_{кк}}$$

«где β - угол крена, μ - значение относительной боковой силы равное 0,4; G - подрессоренная масса а/м 14504 Н; $h_{кк}$ - плечо крена, равное 0,514 м;

$C\beta_{пш}$ - угловая жесткость передней подвески с учетом жесткости шин;

$C\beta_{зш}$ - угловая жесткость задней подвески с учетом жесткости шин.

Найдем угловую жесткость шин»[11]

$$C\beta_{ш} = 2C_{ш}, \quad (59)$$

«где $C_{ш}$ - жесткость шины, принимаем равной 167000 Нм; d - расстояние от центра крена до пятна контакта колеса с дорогой, в нашем случае принимаем равным 0,734 м.

По формуле получим:»[11]

$$C\beta_{шш} = 2 \cdot C_{ш} / d^2 = 2 \cdot 167000 \text{ Нм} / (0,734 \text{ м})^2 = 179945 \text{ Нм/рад}$$

«Найдем угловые жесткости подвесок с учетом жесткости шин:»[11]

$$C\beta_{шш} = \frac{C\beta_i \cdot C\beta_{ш}}{C\beta_{ш} + C\beta_{ш}}$$

«где $C\beta_i$ - угловая жесткость подвески без учета жесткости шин, $C_{рш}$ - угловая жесткость шин.

Подставим значения. Получим значения угловой жесткости подвесок.

Передней:»[11]

$$C\beta_{пи} = \frac{16000 \cdot 179945}{(16000 + 179945)} = 14693 \text{ Нм/рад}$$

Задней:

$$C\beta_{зи} = \frac{13450 \cdot 179945}{(13450 + 179945)} = 12515 \text{ Нм/рад}$$

«Подставим полученные данные в формулу для расчёта угла крена. Получим»[11]

$$\beta = \frac{\mu \cdot G \cdot h_{кк}}{C\beta_{пи} + C\beta_{зи} - G \cdot h_{кк}} = \frac{0,4 \cdot 14504 \cdot 0,514}{14693 + 12515 - 1480 \cdot 0,514} = 0,151 \text{ рад} = 8,652 \text{ град}$$

«Полученный угол крена больше допустимого значения (4°). Требуется установка стабилизаторов поперечной устойчивости.»[11]

2.2.4 Расчёт приведенной к колесу жесткости стабилизаторов поперечной устойчивости

«Исходя из формулы и допустимого угла крена 4° (0.0698 рад), а также желаемого соотношения угловых жесткостей передней и задней подвесок S=1,3, получим уравнения:»[11]

$$C\beta_{пи} = \frac{(-\beta \cdot C\beta_{зи} + \beta \cdot G \cdot h_{кк} + \mu \cdot G \cdot h_{кк})}{\beta}$$

Отсюда:

$$1,3 \cdot C\beta_{зис} = \frac{(-\beta \cdot C\beta_{зи} + \beta \cdot G \cdot h_{кк} + \mu \cdot G \cdot h_{кк})}{\beta} \quad (60)$$

«Выразим угловую жесткость задней подвески со стабилизатором:»[11]

$$C\beta_{зис} = 14504 \cdot 0.514 \cdot \frac{G \cdot h_{кк}(\mu + b)}{1.3 \cdot \beta}, \text{ н}\cdot\text{м/рад}$$

«Подставим в данные, получим:»[11]

$$C\beta_{зис} = 14504 \cdot 0.514 \cdot \frac{(0.0698 + 0.4)}{1.3 \cdot 0.0698} = 21816, \text{ н}\cdot\text{м/рад}$$

«Отсюда угловая жесткость передней подвески со стабилизатором:»[11]

$$C\beta_{пис} = 1.3 \cdot C\beta_{зис} = 28361$$

«Найдем требуемую угловую жесткость переднего стабилизатора, приведенную к колесу:»[11]

$$C\beta_{пис} = C\beta_{пис} - C\beta_{пиш} = 28361 - 14694 = 13667 \text{ н}\cdot\text{м/рад} \quad (61)$$

«Рассчитаем требуемую жесткость заднего стабилизатора, приведенную к колесу:»[11]

$$C\beta_{зис} = C\beta_{зис} - C\beta_{зши} = 21816 - 12515 = 9301 \text{ н}\cdot\text{м/рад} \quad (62)$$

«Далее следует уточнить жесткости стабилизаторов в процессе дорожных испытаний.»[11]

Вывод

Итогом расчетов является соответствие расчетных данных проектной подвески необходимым стандартным требованиям.

3 Безопасность и экологичность объекта

Человек – это часть природы, но он не может существовать без нее, поэтому ему приходится приспосабливаться к ней.

В связи с этим, человек должен знать основные принципы функционирования этих систем и уметь ими пользоваться, а также знать, как правильно действовать в случае возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного, природного или биолого-социального характера. Чрезвычайные ситуации техногенного характера, к таким относятся: аварии на производстве, пожары, взрывы, выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду и другие опасные процессы и явления. Человек может жить в природных условиях, а может и в городе.

От этого зависит, каким будет здоровье человека, его характер и поведение. И в том и в другом случае его организм подвергается воздействию множества факторов антропогенного воздействия.

К ним относятся: загрязнение атмосферы, воды и почвы; шум, вибрация, электромагнитные и ионизирующие излучения; электромагнитные поля радиочастот; химические вещества - пестициды, удобрения, промышленные выбросы; радиация, в том числе и изотопы.

Все эти факторы вызывают неблагоприятные изменения в организме человека. Именно здесь человек реализует свои способности и возможности.

В этих системах человек преобразует среду и сам преобразуется под влиянием этой среды. Человек не может существовать вне этих систем, но и в них он не является только физическим телом. Он не только существует, но и творит, преобразует, обладает разумом и волей.

Антропогенные системы — это системы, в которых человек активно преобразует окружающую его среду. От этого зависит, каким будет здоровье человека, его характер и поведение.

Нужны четкие инженерные решения задач, направленных на

обеспечение безопасности людей при производстве, на транспорте, в быту, при эксплуатации зданий и сооружений, а также при использовании различных видов техники. В настоящее время существует несколько направлений развития систем безопасности.

К числу приоритетных относится создание систем охранного телевидения, которые позволяют получать информацию о состоянии окружающей обстановки и своевременно реагировать на чрезвычайные ситуации. Телевизионные системы охраны являются наиболее перспективным средством обнаружения, оповещения и управления.

Это обусловлено рядом их преимуществ по сравнению с другими системами безопасности. К сожалению, в нашей стране в области безопасности труда и охраны окружающей среды ничего подобного нет.

В результате - огромное количество несчастных случаев на производстве, гибель людей. Это происходит в первую очередь из-за отсутствия у большинства руководителей и специалистов навыков и знаний по охране труда, а также отсутствия необходимой нормативно-технической документации.

Для решения этих проблем необходимы научно обоснованные методики оценки рисков и их контроль. В этих условиях особое значение приобретает разработка и внедрение в практику системы защиты от опасностей.

Термин “законодательство” в данном случае употребляется в широком смысле, он означает совокупность нормативных актов, регулирующих отношения в области безопасности. Законодательство по вопросам безопасности включает все эти вопросы.

В этой связи, при разработке новых конструкций и внедрении их в производство, необходимо уделять особое внимание вопросам безопасности при эксплуатации, хранении, транспортировании и утилизации.

Применение современных материалов и конструкций, разработка,

изготовление и испытание новых приборов, устройств и оборудования, используемых в качестве средств защиты от поражения электрическим током, позволяют снизить уровень травматизма.

3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Схема участка сборки представлена на рисунке 6, а опасные факторы этого участка показаны в таблице 14.

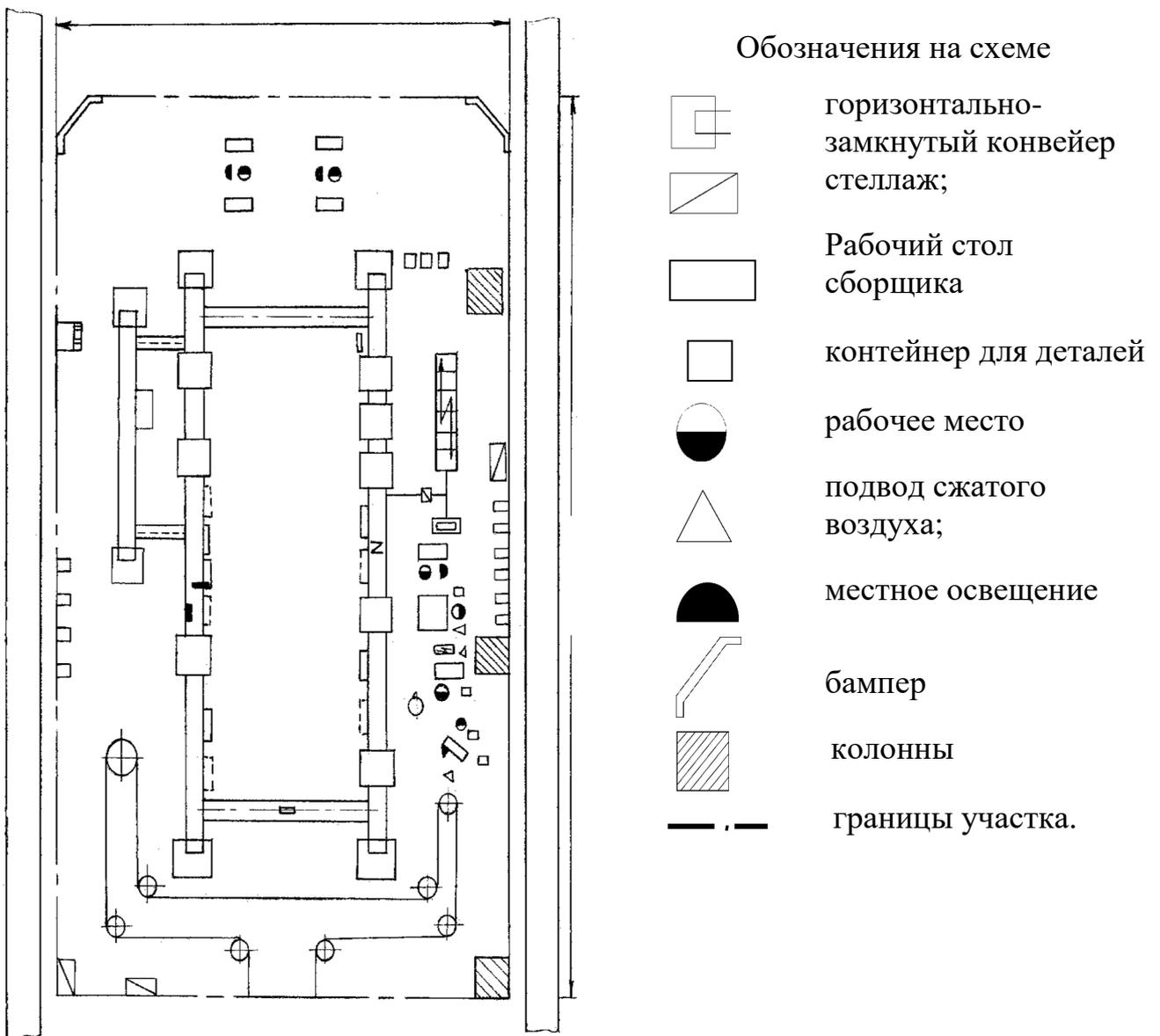


Рисунок 6 – План участка сборки

3.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 14 - Опасные и вредные факторы производства

Наименование ОВПФ	Воздействие ОВПФ на организм человека
1. Монотонность труда	Оказывает негативное влияние на здоровье человека и приводят к расшатыванию психики человека, умственным и эмоциональным перегрузкам.
2. Напряжение зрительных анализаторов.	Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль, раздражительность, нервное перенапряжение, стресс.
3. Подвижные детали	Травматизм. Снижение зрения, утомляемость, головная боль, раздражительность, нервное напряжение стресс.
4. Повышенный уровень шума. Повышенный уровень вибраций	Воздействие на органы слуха, гипофиз и сердечно-сосудистую систему. Нарушение вестибулярного аппарата, вызывает явление резонанса, воздействует на сосудистую систему.
5. Воздушная среда Повышенная запыленность и загрязненность воздуха	Воздействие на органы дыхания, утомляемость

Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников.

Движение машин и механизмов, перемещение частей машин, изделий и заготовок может привести к переломам, ушибам и ссадинам различных органов и конечностей человека, если не соблюдать должную осторожность.

Повышенная влажность воздуха и сырость на рабочем месте.

Пыль негативно влияет на дыхательную систему, кожу, зрение и органы пищеварения. Воспаление верхних дыхательных путей на начальных

стадиях сопровождается зудом, а длительное обострение приводит к кашлю и выделению грязной мокроты. Если частицы пыли попадают в дыхательные пути, возникает патологическое состояние, называемое пневмонией.

«При повышении температуры поверхности оборудования повышается и температура поверхности человека.

Повышенный уровень шума и вибрации.

Во-первых, шум влияет на человеческий разум. Второе воздействие оказывается на слуховую систему: при давлении 2×10^2 Па, интенсивности J 10 Вт и частоте 1000 Гц человек почувствует боль, т.е. существует частотный порог восприятия боли. Человек может воспринимать звуковые колебания от 20 Гц до 20 000 Гц. Самая низкая частота звука составляет R_0 $2 \cdot 10^{-5}$ Па и J_0 10-12 Вт/м² при частоте 1000 Гц. Третьичное облучение затрагивает гипофиз человека. Запрещается кратковременное пребывание в восьмигранном поле, где звуковое давление превышает 135 дБ.

Повышенное напряжение в электрических цепях.

Повышенный уровень статического электричества. Электрический ток, проходящий через тело человека, оказывает следующие эффекты - Электролитический: он разрушает плазму и кровь.

- термический: нагревает ткани, кровеносные сосуды и нервы, вызывая ожоги; - биологический: стимулирует и возбуждает живые ткани в организме,»[7] вызывая непроизвольные сокращения мышц, что приводит к остановке дыхания и дыхания; - химический: стимулирует и возбуждает организм. «Повышенная влажность в сочетании с пониженной температурой делает его очень холодным, а в сочетании с высокой температурой - очень жарким.

Недостаток или отсутствие естественного света и освещения»[7] на рабочем месте, повышенный пульс светового потока.

Естественное освещение обладает высокой биологической и медицинской ценностью, оказывает значительное влияние на психологию

человека и, в конечном итоге, на безопасность на производстве и производительность труда. Поэтому в осенне-зимний период количество несчастных случаев существенно снижается благодаря более интенсивному использованию естественного освещения. Для предотвращения слепоты, вызванной прямыми солнечными лучами и отражениями от блестящих поверхностей, окна источников света обрабатываются матовыми покрытиями, а обычное стекло заменяется прозрачным материалом. Использование только местного освещения не рекомендуется, так как резкие контрасты между яркими и плохо освещенными участками могут негативно сказаться на зрении работников, замедлить их работу и иногда привести к возникновению несчастных случаев. Также следует избегать использования импульсного освещения, поскольку оно может нанести вред глазам человека, вызвать болевые ощущения, воспаление и даже потерю зрения.

Химикаты и промышленная пыль.

Токсичные вещества попадают в организм человека через дыхательные пути, кишечник и кожу. Токсины вдыхаются с воздухом на рабочем месте и попадают в легкие. Затем они всасываются в кровь и распространяются по органам и тканям, вызывая отравление всего организма и органов. Токсины попадают в пищеварительную систему, достигая слизистых оболочек рта. Затем они направляются в печень, где некоторые из них нейтрализуются, но большинство распространяется по всему организму. Жирорастворимые вещества, такие как бензол и тетраэтилал олова, могут проникать через кожу. Некоторые токсины остаются в желудке, мышцах, селезенке и костях, вызывая болезни.

Промышленная пыль в этом районе - это железная пыль.

Мельчайшие дисперсные частицы пыли наиболее вредны для человеческого организма. Частицы длиной 0,2-0,5 мкм задерживаются в верхних дыхательных путях. «Вред, наносимый пылью при инфекциях верхних дыхательных путей, сопровождается воспалением на начальных

стадиях, а длительное воздействие вызывает кашель и отхаркивание загрязненной мокроты. Мелкие частицы размером менее 0,1 мкм наиболее вредны для организма, так как они не остаются в верхних дыхательных путях, а попадают и оседают внутри легких, вызывая патологические процессы.»[7]

Список веществ, которые могут присутствовать в воздухе на рабочем месте: бензин 100 мкг/м³ керосин 300 мкг/м³ бензол 15 мкг/м³ туле 50 мкг/м³ креолин 50 мкг/м³.

Климатические параметры.

Определение температуры воздуха зависит от количества теплового излучения, возникающего при нагревании металла. Согласно гигиеническим нормам, это помещение считается "теплым", так как здесь нет теплового излучения выше 23 г/м³, что влияет на температуру воздуха.

Влажность воздуха составляет 70 %. Воздушный поток ниже 0,2 м/с. Статические и динамические нагрузки, визуальные и акустические нагрузки, монотонная работа могут повредить здоровью и вызвать расфокусированные мысли, умственные и психологические нагрузки.

3.3 Мероприятия для обеспечения безопасного труда

«Необходимость воздухопроводов Для обеспечения чистого воздуха и нормализации параметров микроклимата производственного оборудования следует предусмотреть общую приточно-вытяжную вентиляционную систему в дополнение к местному отсасывающему оборудованию для удаления вредных веществ из зон сгорания пыли, мелкого мусора и смазочно-охлаждающих жидкостей.

Условия освещения.

Естественное и искусственное освещение в производственных помещениях должно соответствовать классу 8 для зрительной работы в

соответствии с СН, Р23-05-95. Для местного освещения должны использоваться светодиодные лампы с неотражающими отражателями и углом защиты не менее 30°.»[7] Следует также принять меры по снижению плотности отражений. Требования к процедуре технического обслуживания.

Меры по защите людей от профессиональных опасностей и рисков могут включать следующее:

- Все движения и вращения машин, механизмов и оборудования защищены для предотвращения травмирования работников;

- Для предотвращения травм глаз следует также использовать светозащитные экраны из прозрачных материалов;

- Зажимные устройства используются для предотвращения травм от разлетающихся деталей;

- Для предотвращения травм от разлетающихся частей должны использоваться зажимные устройства;

- Его обслуживание основано на принципе жесткого крепления оборудования для предотвращения шума и вибрации, а также на использовании подкладок и материалов для гашения вибрации;

- Помимо технических работ на рабочем месте, предусматривается использование средств индивидуальной защиты, таких как защитная одежда, защитная обувь, очки и перчатки;

Гигиенические условия, необходимые для нормальных условий труда работников, обеспечиваются отопительными и осветительными установками. Освещение в производственном помещении может обеспечиваться естественным и искусственным светом. Это необходимо для улучшения визуальных условий труда, снижения утомляемости, повышения производительности и улучшения качества продукции. Естественный свет поступает через верхние и боковые окна днем, а искусственный - через флуоресцентные лампы ночью. Искусственное освещение обеспечивается

общим освещением и, в некоторых местах, комбинированными системами освещения.

Вентиляция и отопление играют важную роль в поддержании чистоты воздуха в помещении. Система вентиляции включает в себя принудительную вентиляцию и естественную вентиляцию, которая представляет собой комбинированную систему вентиляции.

Естественная вентиляция - обеспечивается через окна в заводской крыше. Принудительная вентиляция обеспечивается системой вентиляции и кондиционирования воздуха. Система центрального отопления - для обеспечения тепла используются водонагреватели.

Средства индивидуальной защиты работников Безопасность оборудования, используемого на производстве для защиты рабочих и служащих.

«Для защиты кожи от воздействия хладагента используются профилактические маски, мази и кремы. Специальная одежда для защиты от механической вибрации предусмотрена ГОСТ 12. 4. 038-78; средства защиты от хладагентов - ГОСТ 1212. 4. 068-79. Средства защиты глаз - очки для защиты глаз ГОСТ 1212. 4. 003-80.»[7] Требования безопасности при термообработке Согласно СН, Р23-05-95, освещенность источников тепла должна составлять 300 лк.

Пожарная безопасность. Помещения установки термической обработки должны быть оборудованы общей системой вентиляции. На оборудовании, являющемся источником выброса опасных и токсичных веществ, должны быть установлены местные отсасывающие устройства. SN и Р21-07-97. Для защиты глаз от излучения используется металлическая лента 0,8 мм x 0,8 мм, поверх которой складывается органическое стекло толщиной 80 мм x 80 мм и размещается на уровне лица. Средства защиты органов дыхания, респиратор РМП-62 по ТТУ 1-301-0521-81; специальная одежда по ГОСТ 12.4. 4. 038-78;

специальная обувь для защиты от высоких температур, ГОСТ 12.4. 4. 0050-78. 0010-78, дерматологическая защита ГОСТ 12. 4. 4. 068-79.

Требования безопасности при эксплуатации оборудования.

Основным требованием к защите работников при разработке машин, станков, отдельных узлов и оборудования в целом является безопасность работников. Конечно, также важно, чтобы вещи были удобны в использовании и максимально безопасны. И сегодня существуют установленные стандарты безопасности на рабочем месте, которые должны соблюдаться.

Прежде всего, безопасность оборудования, используемого в производстве, обеспечивается выбором принципов работы, конструктивных и рабочих элементов, параметров процесса и т.д. Однако средства защиты требуют особого внимания и должны быть непосредственно включены в конструкцию оборудования. Защитные компоненты должны быть многофункциональными. Это означает, что они должны выполнять несколько задач одновременно. Например, с точки зрения конструктивных особенностей станка, станина должна не только обеспечивать защиту от опасных предметов, но и снижать шум во время работы, минимизировать вибрацию и защищать оборудование для заточки шлифовальных кругов должно соответствовать местной выхлопной системе.

Системы повышенного риска также должны подвергаться дополнительному контролю состояния со стороны Госгортехнадзора. При наличии электрических кабелей необходимо соблюдать правила устройства электроустановок. Требования GGТN также должны соблюдаться, если заготовка будет использоваться при высоком давлении, отличном от атмосферного. Всегда должны быть предусмотрены средства защиты от воздействия ионизирующего излучения, электромагнитного излучения, загрязнения и лучистого тепла.

Надежность технологии определяется возможностью возникновения отказов и неисправностей в процессе эксплуатации. Ведь неисправности любого рода могут иметь серьезные последствия, по крайней мере, в виде несчастных случаев на производстве и травм. Надежность оборудования и систем имеет важное значение для обеспечения безопасности. Устойчивость конструкции определяется в основном используемым материалом основания и прочностными характеристиками соединительных элементов. Условия эксплуатации также являются важными факторами, такими как наличие или отсутствие смазочных материалов, возможность ржавления под воздействием окружающей среды и повышенный износ.

Также необходимо учитывать ремонтпригодность измерительных приборов, контрольных устройств и систем автоматического управления. Если автоматика не работает, к работе должен быть привлечен обслуживающий персонал. Поэтому при проектировании рабочего места необходимо учитывать физиологические характеристики и психологическую устойчивость оператора, а также принимать во внимание данные физических измерений. Очень важно, чтобы оператор мог как можно быстрее прочесть показания контрольного оборудования и в то же время понять сигналы и т.д. Если органов управления слишком много, оператор не сможет прочесть показания приборов управления. Если органов управления слишком много, оператор быстро устанет. Все рычаги и органы управления должны быть легкодоступны, хорошо видны и просты в использовании. Большинство этих элементов управления расположены на самой машине или на отдельной панели управления рядом с машиной. Разумеется, все виды оборудования должны быть просты в осмотре, обслуживании, демонтаже, регулировке и смазке. В целом, в процессе эксплуатации проблем не возникает. «Уровень усталости персонала, работающего на основных видах оборудования, в основном связан с физическими нагрузками, но необходимо учитывать и

психологическую усталость. Кроме того, часто играет роль рабочая среда, и даже выбор цвета в большинстве случаев имеет большое значение.

Меры предосторожности по охране труда и технике безопасности для монтажников

Основные требования перед началом рабочего процесса.»[7]

Рабочая одежда всегда должна соответствовать стандартам средств индивидуальной защиты.

При работе с сажей следует использовать только обувь с закрытыми носками, защищать руки и носить беруши в шумных местах.

Рабочее место должно быть чистым и опрятным; оцениваются задачи, составляются планы действий, проверяются инструменты и оборудование, чтобы убедиться, что они готовы и удобны в использовании. Важно, чтобы все инструменты и оборудование находились в хорошем рабочем состоянии и были полностью исправны.

Убедитесь, что все предметы, подлежащие сборке в определенном месте, находятся в соответствующих контейнерах или коробках и что они соответствуют нормативным требованиям.

Все пусковые устройства, ограждения и автоматические замки должны быть в исправном состоянии.

«Определение объема работ, спланировать действия, подготовьте необходимые инструменты и разместите все на рабочем месте для удобства использования. Важно понимать, что все инструменты и оборудование также должны быть в хорошем состоянии и полностью исправны.»[7]

Убедитесь, что все предметы, подлежащие сборке в определенном месте, находятся в надлежащих контейнерах или коробках и соответствуют нормативным требованиям.

Все ограждения и замки на пусковом оборудовании и автоматике также должны быть в исправном состоянии.

Требования безопасности на рабочем месте:

– Во время подготовительных деятельности удостоверитесь, что механосборочные категории, энергетические или помповые инструментариумы функционируют полноценно, когда не применяются. При надобности подрегулируйте светодиодные анализаторы так, чтобы трудовая территория была отлично подсвечена и в ней было безопасно трудиться;

– В рабочем механизме механически собранной литейной машины соединения должны осуществляться только с помощью кнопок или переключателей, которыми можно управлять обеими руками. Категорически запрещается касаться заготовки рукой или блокировать выключатель включения/выключения во время движения штанги;

– При работе с ударными инструментами необходимо надевать соответствующую защитную одежду или очки и принимать меры по предотвращению риска получения травм;

– Запрещено работа на сборочно-формовочных машинах со снятыми или поврежденными ограждениями. Загрузка деталей во время работы машины, особенно если есть вращающиеся детали. Допускать посторонних лиц в рабочую зону;

Помните, что риск получения травмы повышается при эксплуатации оборудования с самопроизвольным включением, при переключении электрических клапанов на автоматическое или принудительное включение, а также при отключении ограждений или выключателей.

Приступайте к работе, если любое отклонение в сигнальном устройстве на панели управления указывает на то, что линия находится под напряжением или обесточена.

Начинать работу, не зафиксировав обрабатываемый предмет или даже если предмет расположен неправильно.

Во время работы самостоятельно опускайте подъемные, несущие и поворотные устройства, механические устройства и т.д.

Выполнять операции, которые не могут быть предусмотрены технологией выполнения конкретной работы, например, установка или снятие изделий, ремонт изделий или инструментов, измерение компонентов и т.д. Используйте мосты при пересечении линий электропередач. Отключите оборудование от сети в обязательном порядке. Однако это не относится к случаям одновременного проведения технического обслуживания нескольких машин. Когда работа прерывается на некоторое время. При прерывании электропитания. Во время технического обслуживания, чистки и смазки, очистки и т.д. При наличии повреждений, требующих ремонта. При надобности подтяните гаечки, штыри и иные трубчатые компоненты. Все детализации, которые надо вынуть из поддона, необходимы быть надежно упакованы в подготовленное место и ни в коем случае не выкидываться. При эксплуатации пробивного станка или другого оборудования сначала проинструктируйте оператора, чтобы он как можно прочнее закрепил обрабатываемую деталь на балке или столе. Не надевайте перчатки и не прикасайтесь к сверлу при вращении. Стружку можно удалить щеткой или крючком после полной остановки ротора.

Требования к безопасности:

- Необходимо тщательно проверить оборудование и выключить все выключатели.
- Ручные инструменты должны быть возвращены в исходное положение.
- Убедитесь, что смазочные и охлаждающие жидкости заправлены должным образом.
- Поддерживайте форму в чистоте и порядке.
- Вымойте руки.

Пожарная безопасность на предприятиях

Под пожарной безопасностью сегодня понимается комплекс организационных и технических мер, направленных на предотвращение пожарных рисков и минимизацию материального ущерба для работников.

Пожарная безопасность на промышленных предприятиях обеспечивается в основном группировкой негорючих колонн на рабочих местах до их предела огнестойкости и высокой степенью отбора информации по огнестойкости. При наличии каминов важно ограничить распространение огня. Сварка и бункеры в зоне взрыва. Необходимо применить подсистемы противодымной самозащиты, выработать сценарии выгрузки и поставить полуавтоматические подсистемы информирования и сдерживания пожара.

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

Согласно строительным нормам, промышленные склады и здания классифицируются по категориям А, В, С, D или D, в зависимости от риска взрыва и пожара.

Например, производственный участок, где обрабатывается вторичный вал коробки передач, относится к категории D, что означает, что используемые в производстве материалы, независимо от их состояния, являются огнестойкими.

Если в процессе обработки образуется лучистое тепло или искры, а в случае пожара используется легкий огнетушитель ОП-10А, зона классифицируется как группа D.

Обеспечение электробезопасности в производственной зоне

«С точки зрения электробезопасности, зона сборки считается особенно опасной из-за высокой относительной влажности 70%. Кроме того, эта среда химически активна, что негативно сказывается на изоляции электрооборудования. Поэтому требуется специальная конструкция установки, технические методы и средства защиты, а также технические или организационные меры.

Основными техническими методами и мерами защиты от поражения электрическим током являются заземление и изоляция и отключение сети.»[6] Разумеется, ввод и вывод кабелей под напряжением должен осуществляться безопасно. Также необходимы знаки безопасности, защитные устройства и барьеры.

Экологическая оценка участка

Необходимо принять меры для защиты людей и соблюдения максимально допустимых уровней загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду.

Для защиты атмосферы помещений в зонах, где расположено окрасочное и полировочное оборудование, должны использоваться специальные воздухоочистители. Для этого используются механические устройства для удаления пыли, осаждающие ее под действием силы тяжести, центрифуги или инерционной силы, а также присадки к топливу для минимизации вредных выбросов, таких как сажа и углеводороды.

В частности, на рабочих местах производится дождевая вода, промышленная вода, вода для бытовых нужд и вода для мытья автомобилей. Для бытовых сточных вод сточные воды направляются в центральный коллектор и очищаются в специально отведенном месте. Другие сточные воды очищаются с помощью специального оборудования. Первый этап - механическая обработка, т.е. отстаивание для удаления взвешенных твердых частиц и дисперсных коллоидных частиц. Наконец, все продукты с поверхности воды собираются и утилизируются.

Для очистки ливневых стоков и автомоек используется специальное бетонное оборудование:

- Песчаная ловушка;
- Сборщик мусора;
- Особенности фильтрации;
- Автоматические компоненты для удаления углеводородов;

– Усадка.

Эффективность вышеуказанных конструкций можно проверить, взяв пробы воздуха из конструкций и проанализировав их в лаборатории. Затем полученные данные сравниваются с нормами выбросов, утвержденными компетентными органами. Однако, если стандарты превышены, рабочий процесс можно легко изменить или модернизировать систему очистки.

Защита работников в случае чрезвычайной ситуации

В случае возникновения аварийной ситуации все оборудование должно быть сначала остановлено, например, с помощью аварийного выключателя.

При попадании посторонних предметов в позицию транспортировки, разгрузки или загрузки автоматической линии.

Если в опасной зоне находятся люди.

В случае пожара в электрооборудовании.

При возникновении короткого замыкания.

Если предметы, транспортируемые на рабочую станцию, расположены в неправильном направлении.

Может привести к серьезным повреждениям в случае сработки оборудования.

Если сотрудник получил травму, необходимо немедленно оказать ему первую помощь и сообщить об этом руководителю. Естественно, пострадавшего следует доставить в медицинское учреждение.

В случае пожара или стихийного бедствия работники должны иметь возможность быстрой эвакуации: согласно СНиП П-2 - 80, должно быть не менее двух аварийных выходов. Независимо от этажа, к аварийному выходу должна вести только одна дверь. «Производительность категорий А, В и Е не должна превышать пяти человек в помещении площадью не более 110 квадратных метров, и не более 25 человек в категории С, если площадь достигает 300 квадратных метров. И 50 человек в производстве категории D»[7] в помещениях площадью 600 квадратных метров и более.

Также важно, чтобы путь эвакуации из подвала был спланирован в помещении, предназначенном для первого этажа. Лестница должна быть шириной не менее 70 см и иметь уклон не менее 1:1. Если все предписанные правила и требования соблюдены, то в случае возникновения чрезвычайной ситуации проблем не возникнет. Это очень важно, так как касается безопасности работников и эффективности труда. Хорошо отлаженная система минимизирует риски и потери компании.

Общие требования по охране труда

«В соответствии со статьей 76 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) работника, не прошедшего в установленном порядке обязательный предварительный или периодический медицинский осмотр.»[6]

«Работника, нуждающегося в соответствии с медицинским заключением в предоставлении другой работы, работодатель обязан с его согласия перевести на другую имеющуюся работу, не противопоказанную ему по состоянию здоровья (статья 72 Трудового кодекса Российской Федерации).»[6]

В организациях не допускается применение труда женщин и лиц в возрасте до восемнадцати лет на работах, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет" соответственно.

«При организации труда женщин и подростков должны соблюдаться установленные для них постановлением Совета Министров - Правительства

Российской Федерации от 6 февраля 1993 г. N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную" и постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 7 апреля 1999 г. N 7 "Об утверждении норм предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную" (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 июля 1999 г., регистрационный N 1817) нормы предельно допустимых нагрузок при подъеме и перемещении тяжестей вручную.»[6]

«Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).»[6]

«Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.»[6]

«В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 100 работников и менее решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).»[6]

«Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.»[6]

«Общие положения и область применения»[6]

«Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.»[6]

«Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил

должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.»[6]

«В соответствии со статьями 9 и 34 Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата.»[6]

«Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами.»[6]

«Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно - эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств.»[6]

«Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения

объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование".»[6]

«Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России.»[6]

«Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации.»[6]

«Нормативные ссылки»[6]

«Закон РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".»[6]

«Положение о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625.»[6]

«Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94.»[6]

«Термины и определения»[6]

«Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей.»[6]

«Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом

может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения.»[6]

«Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже.»

«Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$.»[6]

«Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.»[6]

«Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в $^{\circ}\text{C}$.»[6]

«Общие требования и показатели микроклимата»[6]

«Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.»[6]

«Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.»[6]

«Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;

- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.»[6]

«Оптимальные условия микроклимата»[6]

«Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.»[6]

«Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.»[6]

«Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин.»[6]

Требования по пожарной безопасности

«Пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров; пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства;

Требования пожарной безопасности - специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом;

Нарушение требований пожарной безопасности - невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности;»[6]

Вывод по разделу.

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 сайт можно считать безопасным для человека и окружающих.

4 Технологическая часть

Технология производства - это наука, которая изучает процесс изготовления продукции с учетом свойств сырья, материалов и полуфабрикатов. В узком понимании это совокупность правил рационального выполнения операций и последовательности их выполнения при изготовлении продукции. Для ее изучения применяются различные методы: экспериментальный, аналитический, графический, математический.

Экспериментальный метод предусматривает проведение опытов, наблюдений в лаборатории или на производстве. Да, технология в широком смысле это инструмент для повышения эффективности и оптимизации процессов производства. Это может включать в себя способы использования определенного оборудования или материалов, разработку и улучшение процессов производства, а также управление людскими ресурсами и организацию рабочего процесса.

Технология играет важную роль в развитии экономики и производства, поскольку позволяет улучшать качество продукции, увеличивать производительность и эффективность, а также снижать расходы на производство.

Существует различные типы технологий, включая информационные технологии, биотехнологии, нанотехнологии, и т.д. Каждый тип технологии специфичен для своей области.

Одним из важных аспектов технологии является ее влияние на общество и экономику. Развитие технологии может принести значительные преимущества, такие как улучшение качества жизни, снижение уровня бедности и расширение возможностей для бизнеса. Однако это может также означать и более высокие затраты, связанные с использованием таких технологий. Однако, вместе с этим, технология также может принести и негативные последствия, такие как утрата рабочих мест, появление новых

форм неравенства и проблемы с безопасностью информации.

Поэтому, важно осуществлять уместный контроль и управление развитием технологий, чтобы сохранять их положительные эффекты и минимизировать негативные последствия, в особенности очень важную роль технология играет в машиностроении, без нее было бы невозможно получить тот автопром, который мы можем наблюдать в настоящее время.

Машиностроение также играет решающую роль на различных производственных площадках, особенно в автомобильной промышленности. Она охватывает широкий спектр дисциплин и технологий, необходимых для проектирования, производства, тестирования и технического обслуживания автомобилей. Некоторые из ключевых областей, в которых машиностроение применяется в автомобильном производстве, включают:

Проектирование: Инженеры-механики используют программное обеспечение автоматизированного проектирования (САПР) для проектирования и моделирования различных деталей и систем автомобиля, таких как двигатели, коробки передач и системы подвески.

Производство: Процесс изготовления автомобиля включает в себя множество технологий машиностроения, включая металлообработку, литье и формовку. Достижения в таких областях, как аддитивное производство и робототехника, значительно повысили скорость и эффективность производственного процесса.

Тестирование: Инженеры-механики используют различные методы тестирования для оценки производительности и долговечности автомобильных компонентов и систем. Это включает в себя моделирование, виртуальное тестирование и физическое тестирование с использованием специализированного оборудования.

Техническое обслуживание: Инженеры-механики также участвуют в техническом обслуживании автомобилей, включая диагностику неполадок и ремонт или замену неисправных деталей.

Некоторые из современных инноваций в области машиностроения в автомобильной промышленности включают:

Электрические и гибридные транспортные средства: Растущий спрос на более экологически чистые транспортные средства привел к разработке электрических и гибридных транспортных средств, которые приводятся в действие электродвигателями и батареями. Инженеры-механики работают над повышением эффективности и эксплуатационных характеристик этих транспортных средств.

Автономные транспортные средства: Разработка автономных транспортных средств является одной из самых захватывающих инноваций в автомобильной промышленности. Инженеры-механики работают над проектированием и тестированием различных систем, которые позволяют автомобилям самостоятельно управлять автомобилем, таких как датчики, камеры и системы управления.

Передовые материалы: Использование передовых материалов, таких как композиты из углеродного волокна, становится все более распространенным в автомобильной промышленности. Эти материалы обеспечивают улучшенные эксплуатационные характеристики и топливную экономичность, и инженеры-механики изучают новые способы их использования при проектировании и производстве транспортных средств.

Прогнозное техническое обслуживание: Прогнозное техническое обслуживание - растущая тенденция в автомобильной промышленности, где инженеры-механики используют данные и аналитику для прогнозирования того, когда автомобиль, вероятно, нуждается в техническом обслуживании, что позволяет проводить упреждающий ремонт и сокращать время простоя.

Это лишь несколько примеров технологий и инноваций в области машиностроения в автомобильной промышленности. Область продолжает развиваться и продвигаться вперед, и всегда происходит что-то новое и захватывающее.

4.1 Анализ технологичности конструкции задней подвески

4.1.1 Изменения конструкции, приводящие к изменению техпроцесса

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

В связи с этим, технология сборки проектируемой подвески автомобиля Lada X-Ray усложняется и увеличивается время на сборку в сравнении с базовым вариантом-подвеской автомобиля Lada X-Ray.»[5]

4.1.2 Общие требования к технологичности конструкции подвески

«а) Возможность узловой сборки.

Сборка задней независимой подвески может осуществляться независимо от сборки всего автомобиля.

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

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

в) Возможность механизации сборочных работ.

Сборочные работы полностью механизированы.

г) Инструментальная доступность.

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

д) Контролепригодность.

Моменты затяжки болтов контролируются самим пневмоинструментом.

е) Высокая степень унификации деталей и сборочных единиц.

ж) Применение несложных сборочных приспособлений.

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

з) Использование методов обеспечения точности.

Использование метода полной взаимозаменяемости.»[5]

4.2 Разработка технологической схемы сборки задней подвески

«Технологический процесс – процесс, включающий действия установки и формирования соединений составной части изделия по ГОСТ 2387-79. Сборная операция является технологической операцией по установке и образованию соединений в составных частях заготовок или изделий. Технологический переход – окончательная часть технологического процесса, выполняемого одним и тем же технологическим оборудованием при постоянном технологическом режиме и монтаже.

Технологический процесс сборки включает в себя следующие виды работ: подготовительные работы, мойки, сортировки и т.д.; слесарные и пригоночные; собственно сборка деталей к сборочным единицам и изделиям свинчивания, запрессовки, клепки, сварки, пайки и др.; регулируемые; контрольные и демонтажные с частичной разборкой изделий с целью подготовки их к упаковке и транспортировке. Процессы сборки зависят от конструкции изготовленного изделия, степени его дифференциации. Наиболее полные и достоверные представления о свойствах сборки изделий, о технологических свойствах и возможности организации сборочного процесса дают схема сборки изделий и установка в процессе сборки. В этом случае изделие делится на группы, подгруппу и деталь. Сборная единица, которая непосредственно включена в изделие, называется группой. Сборная единица, входящая в изделие, входящее в группу, называется под группой. Если сборная единица прямо входит в группу, то ее называют подгруппой первой категории. Сборная единица, входящая в первую группу, называется

группой второй группы и так далее. На схеме составные части изделий обозначаются прямоугольниками, разделенными на 3 части: 1 верхняя часть вписывает название составной части, 2 нижняя левая часть - название составной части. 3 в нижнем правом углу - число составных части. Графический вид в виде условного обозначения последовательности изготовления изделия или составной части его называется схемой изготовления изделий.»[5] «При проектировании операций сборки определяются последовательность, возможность совмещения времени технологического перехода, выбираются оборудования, приспособлений и инструментов, составляются схемы монтажа оборудования, устанавливаются режимы работы и определяются нормы времени для технологических операций и соответствующих разрядов сборщика.

Комбинационные операции основаны на принципе дифференциации и дифференцированной концентрации. Дифференциальный режим позволяет выполнять общие заметки и сборки параллельно и использовать высокопроизводительные механизмы сборки.»[5] Это сокращает время строительства и повышает вашу производительность. Производная функции используется для сборки поточного типа, объединяясь во всех других состояниях. Если процесс интенсивный, переключение технологий может быть параллельным, последовательным или *parallel sequential*. Последовательность сборочных операций определяется на основе плана сборки и сборки собираемого изделия с учетом следующих требований: Предыдущая операция не должна усложнять выполнение следующей операции. Поскольку необходимо выполнить кэширование сборки, процесс должен быть разбит на операции. Функции управления должны предоставляться после любых манипуляций, связанных с регулировкой или позиционированием, а также после любых манипуляций в случае брака.

4.2.1 Составление перечня сборочных работ

«Список составляется в виде табличек, содержащих названия сборочных заданий в порядке, определенном общей технической схемой сборки и узлов сбора, а также данные о распределении всех необходимых видов сборки. Эти задачи очень разные и могут быть определены только путем расчета и анализа определенных условий сборки.»[5] Такие, как полная и точная механическая обработка деталей, используемых для сборки, приемлемые методы достижения точки смыкания и приемлемые технические методы изготовления соединений. В зависимости от предполагаемого назначения работы можно разделить на: Механическая обработка выполняется в сборочном блоке. Упаковка, разборка и изготовление отдельных компонентов. с Соединение для компонентов и сборок. Поработайте над методами подъема и подгонки.

Описание производственного процесса. В этом процессе сначала были охарактеризованы установленные объекты производства, и стало ясно, что это было связано с массовым производством. При массовом производстве это позволяет нам изменять работу определенного оборудования в соответствии с технологической последовательностью, ориентированной на поток, широко использовать специальное оборудование, механизировать и автоматизировать производственный процесс и строго придерживаться принципа взаимозаменяемости. Время производства сборки может быть значительно сокращено. Высшей формой массового производства является непрерывное поточное производство. Он характеризуется тем фактом, что каждая операция в производственной линии равна времени всех потоков. Это гарантирует строго регламентированный процесс сборки и производство без задержек. год. Дополнительные инструменты используются для выполнения задач, которые не соответствуют определенному тактовому циклу. В таблице 15 показан список задач сборки.

Таблица 15 – Перечень сборочных работ

№ опер	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
1. Сборка ступицы левого заднего колеса		
1	Взять из контейнера ступицу заднего колеса и осмотреть со всех сторон	0,11
2	Установить ступицу в приспособление	0,07
3	Взять и осмотреть нижний рычаг с сайлентблоками в сборе	0,1
4	Установить на нижний рычаг технологическое приспособление	0,28
5	Вставить верхний конец приспособления в отверстие в ступице заднего колеса	0,06
6	Зафиксировать рычаг	0,09
7	Закрепить гайку крепления нижнего рычага задней подвески к ступице, придерживая головки болтов от проворота	0,65
8	Взять и осмотреть верхний рычаг с сайлентблоками в сборе	0,1
9	Установить на верхний рычаг технологическое приспособление	0,28
10	Вставить верхний конец приспособления в отверстие в ступице заднего колеса	0,06
11	Зафиксировать рычаг	0,09
12	Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески к ступице, придерживая головки болтов от проворота	0,65
13	Взять растяжку задней подвески с наконечниками в сборе и осмотреть со всех сторон	0,07
14	Закрепить на ступице через гайку крепления. Гайку затянуть	0,65
15	Переместить ступицу в сборе на основную сборку	0,1
		0,15
	Итого:	3,36
2. Монтаж задней подвески на подрамнике		
1	Взять и установить подрамник задней подвески на приспособление закрепив его	0,25
2	Взять ступицу с рычагами в сборе и осмотреть	0,35
3	Вставить задние концы нижнего рычага в кронштейны на подрамнике, отцентрировать и наживить их болтами, шайбами пружинными и гайками	0,65
4	Установить на верхний рычаг технологическое приспособление	0,38
5	Вставить приспособление в отверстие на подрамнике	0,39
6	Зафиксировать нижний рычаг	0,36
7	Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески на подрамнике, придерживая головки болтов от проворота	0,65
8		0,65

Продолжение таблицы 15

1	2	3
9	Вставить задние концы верхнего рычага в кронштейны на подрамнике, отцентрировать и наживить их болтами, шайбами пружинными и гайками	0,28
10	Установить на верхний рычаг технологическое приспособление	0,26
11	Вставить приспособление в отверстие на подрамнике	0,24
12	Зафиксировать верхний рычаг	0,55
13	Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески на подрамнике, придерживая головки болтов от проворота	0,41
14	Закрепить свободный конец растяжки на подрамнике	0,25
15	Взять и осмотреть стойку телескопическую с чашками и пружиной в сборе	0,25
16	Закрепить стойку телескопическую с помощью болтов	0,47
17	Установить правую ступицу колеса в сборе на подрамник проделать аналогичные операции как и с левой ступицей	0,65
18	Снять заднюю подвеску в сборе с приспособления для сборки	0,35
19	Переместить на конвейер для установки на автомобиль	0,25
	Итого:	0,23
	Всего $\Sigma t_{оп}$	7,39
		10,75

Определение трудоемкости сборки задней подвески.

«Общее оперативное время на все виды работ по сборке задней независимой подвески определяем как сумму отдельных оперативных времен:»[5]

$$t^{ОБЩ}_{оп} = \Sigma t_{оп} = 3.36 + 7.39 = 10.75 \text{ мин} \quad (63)$$

Суммарная трудоемкость сборки задней независимой подвески:

$$t^{ОБЩ}_{шт} = t^{ОБЩ}_{оп} + t^{ОБЩ}_{оп} \cdot (\alpha + \beta) / 100 = 10.75 + 10.75 \cdot (3 + 4) / 100 = 11.5 \text{ мин}, \quad (64)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах. Принимаем $\alpha = 3\%$;

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

4.3 Определение типа производства

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

Определяем такт выпуска автомобилей:»[5]

$$T_B = \frac{F_D \cdot 60m}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{100000} = 2,41_{мин} , \quad (65)$$

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

m – количество рабочих смен в сутки;

N – годовой объем выпуска автомобилей.»[5]

4.4 Выбор организационной формы сборки

«Учитывая конструкцию подвески, ее размеры и массу, объем выпуска, сроки (длительность) выпуска и тип производства принимаем как организационную форму сборки подвижную поточную сборку с расчленением процесса на операции и передачей собираемого объекта от одной позиции к другой посредством механических транспортирующих устройств.»[5]

4.5 Составление маршрутной технологии

«Технологический маршрут процесса сборки задней подвески оформляем в виде таблицы 16.»[5]

Таблица 16 – Технологическая маршрутная карта

№ операции	Операция.	Содержание переходов	Приспособление, оборудование, инструмент.	Время Тшт мин.
1	2	3	4	5
1. Сборка ступицы левого заднего колеса				
005	Сборка ступицы левого заднего колеса	<p>Установить ступицу в приспособление</p> <p>Установить на нижний рычаг технологическое приспособление</p> <p>Вставить верхний конец приспособления в отверстие в ступице заднего колеса</p> <p>Зафиксировать рычаг</p> <p>Закрепить гайку крепления нижнего рычага задней подвески к ступице, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Установить на верхний рычаг технологическое приспособление</p> <p>Вставить верхний конец приспособления в отверстие в ступице заднего колеса</p> <p>Зафиксировать рычаг</p> <p>Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески к ступице, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Закрепить на ступице через гайку крепления. Гайку затянуть</p> <p>Переместить ступицу в сборе на основную сборку</p>	<p>Приспособление для сборки ступицы</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключи</p> <p>Устройство для настройки гайковерта</p>	2,39

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
2. Монтаж задней подвески на подрамнике				
010	Установка нижнего рычага	<p>Взять и установить подрамник задней подвески на приспособление закрепив его</p> <p>Вставить задние концы нижнего рычага в кронштейны на подрамнике, отцентрировать и наживить их болтами, шайбами пружинными и гайками</p> <p>Установить на нижний рычаг технологическое приспособление</p> <p>Вставить приспособление в отверстие на подрамнике</p> <p>Зафиксировать нижний рычаг</p> <p>Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески на подрамнике, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Вставить задние концы верхнего рычага в кронштейны на подрамнике</p>	<p>Грузонесущий подвесной конвейер.</p> <p>Приспособление для сборки задней подвески на подрамнике</p> <p>Стол рабочий</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключи</p> <p>Устройство для настройки гайковерта</p>	2,40
015	<p>Установка верхнего рычага</p> <p>Установка растяжки</p> <p>Установка стойки телескопической</p> <p>Установка ступицы колеса в сборе</p>	<p>Установить на верхний рычаг технологическое приспособление</p> <p>Вставить приспособление в отверстие на подрамнике</p> <p>Зафиксировать верхний рычаг</p> <p>Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески на подрамнике,</p> <p>Установить правую ступицу колеса в сборе на подрамник</p>	<p>Грузонесущий подвесной конвейер.</p> <p>Приспособление для сборки задней подвески на подрамнике</p> <p>Стол рабочий</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключи</p>	2,37

Вывод

Результатом технологического раздела данного дипломного проекта стало составление маршрутной технологии с расчетным временем на каждую операцию.

5 Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность проекта - это показатель ценности, получаемой от данной инвестиции. В автомобильной промышленности оценка экономической эффективности проекта имеет решающее значение для определения прибыльности и осуществимости разработки нового продукта, производственных процессов и других инвестиций.

Существует несколько ключевых критериев оценки, которые используются для оценки экономической эффективности автомобильных проектов, в том числе:

Рентабельность инвестиций: это наиболее распространенный показатель экономической эффективности, рассчитываемый как отношение чистой прибыли к инвестициям. Более высокая рентабельность инвестиций указывает на более эффективный проект.

Чистая приведенная стоимость: учитывает временную стоимость денег, принимая во внимание как первоначальные инвестиции, так и ожидаемые будущие денежные потоки. Положительный показатель указывает на то, что ожидается, что проект принесет большую отдачу, чем сделанные инвестиции.

Внутренняя норма доходности: - это ставка дисконтирования, которая делает чистую приведенную стоимость проекта равным нулю. Это показатель среднегодовой нормы прибыли, которую можно ожидать от проекта.

Период окупаемости: - это время, необходимое для возврата первоначальных инвестиций в проект. Как правило, предпочтителен более короткий срок окупаемости, поскольку это указывает на то, что инвестиции являются более экономически эффективными.

Что касается методов расчета, то эти показатели могут быть рассчитаны с использованием различных финансовых формул и электронных таблиц. При выполнении этих расчетов важно учитывать все соответствующие затраты и выгоды, включая капитальные затраты, эксплуатационные расходы и прогнозы доходов. Оценка экономической эффективности автомобильных проектов имеет важное значение для обеспечения того, чтобы инвестиции были

прибыльными и осуществимыми. Это включает в себя рассмотрение различных показателей, таких как рентабельность инвестиций, внутренняя норма доходности, чистая приведенная стоимость и период окупаемости, а также выполнение финансовых расчетов для определения стоимости, полученной от данной инвестиции. В дополнение к вышеуказанным показателям, есть некоторые другие важные факторы, которые следует учитывать при оценке экономической эффективности автомобильных проектов:

Рыночный спрос: Оценка потенциального спроса на разрабатываемый продукт или услугу является ключевым фактором в определении экономической эффективности проекта. Высокий спрос на продукт может привести к увеличению выручки и повышению экономической эффективности.

Конкуренция: Понимание конкурентной среды важно для определения экономической эффективности проекта. Следует учитывать такие факторы, как насыщенность рынка, ценовая стратегия и дифференциация продукта. Структура затрат проекта может оказать значительное влияние на его экономическую эффективность. При оценке эффективности проекта следует тщательно учитывать такие факторы, как материальные затраты, затраты на рабочую силу и накладные расходы. Технологические достижения могут повлиять на экономическую эффективность проекта несколькими способами. Например, новые технологии могут позволить использовать более эффективные методы производства, что приведет к снижению затрат и повышению экономической эффективности. Масштабируемость является важным фактором, который следует учитывать при оценке экономической эффективности проекта. Проект, который можно масштабировать по мере необходимости, может обеспечить большую гибкость и повысить эффективность с течением времени.

Наконец, также стоит отметить, что экономическая эффективность проекта может меняться со временем по мере развития рыночных условий и технологий. Регулярная переоценка эффективности проекта может помочь гарантировать, что он остается прибыльным и осуществимым.

5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Исходные данные представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>Vгод.</i>	шт.	100000
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 капиталобразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,185

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

«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, %.

Расчетные данные в таблице 18.

(66)

Таблица 18 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	0,85	123,68
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,77	83,83
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	2,1	273,15
Бронза (отходы)	кг	3,1	2,35	7,29
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,29	173,79
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	3,1	14,57
Итого		-		676,29
<i>Ктзр</i>		1,45		9,81
<i>Квот</i>		1		6,76
Всего		-		692,86

$$M = 692,86 \text{ руб.}$$

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

где - C_i - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, (67) руб.

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

Расчетные данные в таблице 19 и таблице 20.

Таблица 19 - Покупные изделия

Наименование	Ед.	Цена за	Кол-во,	Сумма, руб
Стойка в сборе	шт.	1500	2	3000,00
Пружина	шт.	970	2	1940,00
Поперечный рычаг	шт.	850	2	1700,00
Стабилизатор	шт.	678	1	678,00
Втулка резиновая	шт.	33,5	5	167,50
Болт	шт.	122,6	6	735,60
Итого		-		8221,10
<i>Ктзр</i>		1,45		119,21
Всего		-		8340,31

$$\Pi_i = 8340,31 \text{ руб.}$$

$$Z_o = 3t(1 + K_{прем}/100) \quad (68)$$

где – $3t$ – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:»[8]

$$Z_m = C_p \cdot i \cdot T_i \quad (69)$$

«где - $C_p \cdot i$ – часовая тарифная ставка, руб.,

T_i – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 20 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,10	95,29	9,53
Токарная	6	0,25	99,44	24,86
Фрезерная	5	0,52	95,29	49,55
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		-		575,99
$K_{прем}$		12		69,12
Всего		-		645,11

$$Z_o = 645,11 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:»[8]

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (70)$$

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

$$Z_{доп} = 645,11 \cdot 0,14 = 90,32 \text{ руб.}$$

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

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (71)$$

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

$$C_{соц.н.} = (645,11 + 90,32) \cdot 0,3 = 220,63 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:»[8]

$$C_{сод.обор.} = Z_o \cdot E_{обор.} / 100 \quad (72)$$

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

$$C_{\text{сод.обор.}} = 645,11 \cdot 1,94 = 1251,52 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (73)$$

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

$$C_{\text{цех}} = 645,11 \cdot 1,72 = 1109,59 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку» выполняются по формуле:»[8]

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (74)$$

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

$$C_{\text{инстр.}} = 645,11 \cdot 0,03 = 19,35 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (75)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 692,86 + 8340,31 + 645,11 + 220,63 + 90,32 + 1251,52 + 1109,59 + 19,35 = 12369,69 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (76)$$

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

$$C_{\text{обзав.}} = 645,11 \cdot 1,97 = 1270,87 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (77)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1270,87 + 12369,69 = 13640,56 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (78)$$

«где - $E_{\text{ком.}}$ - коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов»[8]

$$C_{\text{ком.}} = 13640,56 \cdot 0,0029 = 39,56 \text{ руб.}$$

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

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (79)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 13640,56 + 39,56 = 13680,12 \text{ руб.}$$

«Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия выполняется по формуле:»[8]

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (80)$$

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

$$\text{Цотп.б.} = 13680,12 \cdot (1 + 0,3) = 17784,15 \text{ руб.}$$

Сравнительная калькуляция представлена в таблице 21.

Таблица 21 - 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>	762,15	692,86
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	8340,31	8340,31
Основная заработная плата	<i>З</i>	645,11	645,11
Дополнительная заработная плата	<i>Здоп</i>	90,32	90,32
Страховые взносы	<i>Ссои.н.</i>	220,63	220,63
Расходы на содержание и	<i>Ссод.обор.</i>	1251,52	1251,52
Пеховые расходы	<i>Спех.</i>	1109,59	1109,59
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	19,35	19,35
Пеховая себестоимость	<i>Спех.с.с.</i>	12438,97	12369,69
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1270,87	1270,87
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	13709,84	13640,56
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	39,76	39,56
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	13749,60	13680,12
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	17874,48	17874,48

Расчет точки безубыточности.

«Для расчета безубыточного объема продаж необходимо вычислить следующие показатели:

Определение переменных затрат:

на единицу изделия (для базы и для проекта):»[8]

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (81)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (82)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 762,15 + 8340,31 + 645,11 + 90,32 + 220,63 = \\ &= 10058,51 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 692,86 + 8340,31 + 645,11 + 90,32 + 220,63 = \\ &= 9989,22 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (83)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (84)$$

«где - $V_{год}$ - объём производства»[8]

$$З_{перем.б.} = 10058,51 \cdot 100000 = 1005851023,55 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 9989,22 \cdot 100000 = 998922401,77 \text{ руб.}$$

«Определение постоянных затрат:

на единицу изделия (для базы и для проекта):»[8]

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (85)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (86)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1251,52 + 19,35 + 1109,59 + 1270,87 + 39,76 = \\ &= 3691,09 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1251,52 + 19,35 + 1109,59 + 1270,87 + 39,56 = \\ &= 3690,89 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (87)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (88)$$

$$З_{пост.б.} = 3691,09 \cdot 100000 = 369109210,48 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.пр.} = 3690,89 \cdot 100000 = 369089117,47 \text{ руб.}$$

«Определение амортизационных отчислений:»[8]

$$А_{м.уд.} = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot H_A / 100 \quad (89)$$

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

$$H_A = 12 \%$$

$$А_{м.уд.} = (1251,52 + 19,35) \cdot 12 / 100 = 152,50 \text{ руб.}$$

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

$$С_{полн.год.пр.} = С_{полн.с.с.} \cdot V_{год} \quad (90)$$

$$С_{полн.год.пр.} = 13680,12 \cdot 100000 = 1368011519,24 \text{ руб.}$$

«Расчет выручки от реализации изделия:»[8]

$$В_{ыручка} = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{год} \quad (91)$$

$$В_{ыручка} = 17874,48 \cdot 100000 = 1787448304,23 \text{ руб.}$$

«Расчет маржинального дохода:»[8]

$$Д_{марж.} = В_{ыручка} - З_{перем.пр.} \quad (92)$$

$$Д_{марж.} = 1787448304,23 - 998922401,77 = 788525902,47 \text{ руб.}$$

«Расчет критического объема продаж:»[8]

$$А_{крит.} = З_{пост.пр.} / (Ц_{отп.пр.} - З_{перем.уд.пр.}) \quad (93)$$

$$А_{крит.} = 369089117,47 / (17874,48 - 9989,22) = 46807,48 \text{ руб.}$$

$$А_{крит.} = 46810 \text{ руб.}$$

График точки

Расчет коммерческой эффективности проекта.

«Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:»[8]

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (94)$$

«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]

$$\Delta = \frac{100000 - 46810}{6 - 1} = 10638 \text{ шт.}$$

«Для определения чистого дохода необходимо рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:»[8]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (95)$$

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

«Выручка по годам:»[8]

$$V_{\text{выручка.}i} = C_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (96)$$

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

для базового варианта:»[8]

$$Зперем.б.i = Зперем.уд.б. \cdot Vпрод.i \quad (97)$$

«для проектного варианта:»[8]

$$Зперем.пр.i = Зперем.уд.пр. \cdot Vпрод.i \quad (98)$$

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

$$Ам. = Ам.уд. \cdot Vгод \quad (99)$$

$$Ам. = 152,50 \cdot 100000 = 15250446,17 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость по годам (определяется для базового и проектного вариантов):

для базового варианта:»[8]

$$Сполн.б.i = Зперем.б.i + Зпост.б \quad (100)$$

«для проектного варианта:»[8]

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (101)$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам:»[8]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (102)$$

«Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам»[8]

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0.20 \quad (103)$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (104)$$

«Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла, конструкции.»[8]

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (105)$$

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

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 130000 \text{ циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 17874,48 \cdot 130000 / 100000 - 17874,48 = 5362,34 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Vпрод.}i \quad (106)$$

«Дисконтирование денежного потока.

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:»[8]

$$\alpha_{ti} = 1/(1 + Ecm.i)^t \quad (107)$$

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

t - год приведения затрат и результатов»[8]

$$Ecm. = 5 \%$$

$$\alpha_1 = 0,952 \quad \alpha_2 = 0,907 \quad \alpha_3 = 0,864 \quad \alpha_4 = 0,823 \quad \alpha_5 = 0,783$$

«Для оценки эффективности ИП по шагам расчетного периода используется дисконтированное сальдо суммарного потока реальных денег по шагам (текущий чистый дисконтированный доход):»[8]

$$ДСPi = ЧДи \cdot \alpha_i \quad (108)$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока за расчетный период рассчитывается по формуле:»[8]

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСПi \quad (109)$$

$$\Sigma ДСП = 310834468,68 + 348415953,61 + 381693904,17 +$$

$$+ 411014126,03 + 436165380,96 = 1888123833,44 \text{ руб.}$$

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$Jo = K_{инв} \cdot \Sigma C_{полн.пр.i} \quad (110)$$

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

$$Jo = 0,185 \cdot (942950058,84 + 1049215423,94 + 1155480789,04 +$$

$$+ 1261746154,14 + 1368011519,24) = 1068819729,86 \text{ руб.}$$

«Чистый дисконтированный доход равен:»[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (111)$$

$$ЧДД = 1888123833,44 - 1068819729,86 = 819304103,58 \text{ руб.}$$

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

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (112)$$

$$JD = 819304103,58 / 1068819729,86 = 0,77$$

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$\text{Токуп.} = J_0 / ЧДД \quad (113)$$

$$\text{Токуп.} = 1068819729,86 / 819304103,58 = 1,30$$

График прибыли представлен на рисунке 7.

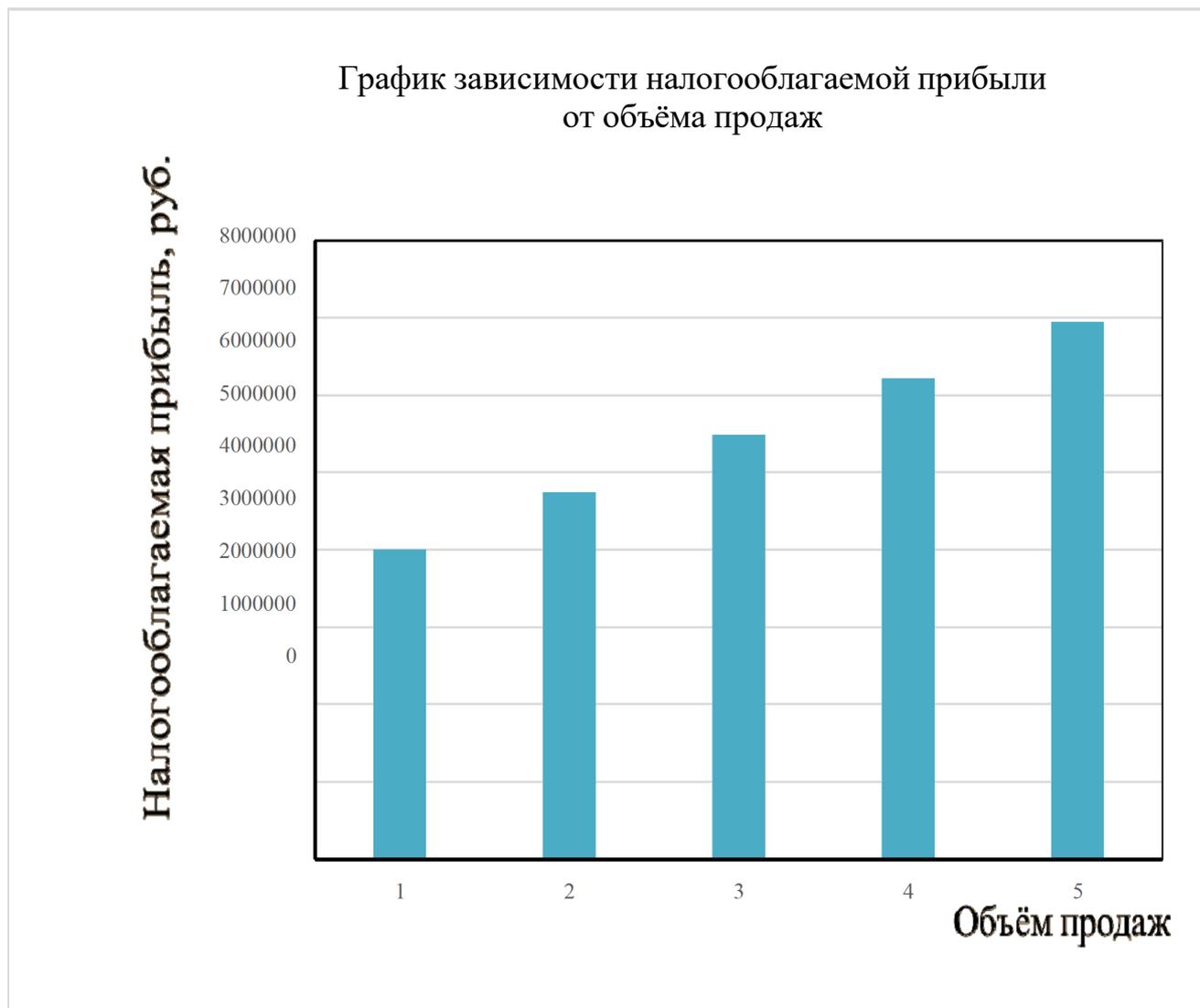


Рисунок 7 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

Выводы и рекомендации

Был реализован ряд конструкторских мероприятий, в результате которых увеличился расчетный срок службы автомобиля в сборе и одновременно был получен положительный экономический эффект $ID = 0,77$.

При расчете экономических показателей внедрения конструкции автомобиля в серийное производство себестоимость проектного варианта ниже себестоимости базового варианта, что обусловлено улучшенным составом ресурсов и оборачиваемостью конструкции. Как и ожидалось, это положительный экономический показатель. Для этого рассчитывается социальная эффективность дизайна и ожидаемая выгода от внедрения дизайна в производство.

Чистая дисконтированная прибыль от внедрения модернизированных узлов автомобиля составляет 819304103,58 рублей.

Срок окупаемости проекта составляет 1,30 года, что говорит о наименьшем риске данного проекта. На основании полученных данных можно утверждать, что данный проект будет использоваться для проектирования новых автомобилей.

Заключение

В своей дипломной работе я провел анализ конструкций задней подвески современных переднеприводных легковых автомобилей и принял решение о разработке независимой задней подвески для автомобиля Lada X-Ray.

В работе проведён подбор упругого элемента - пружины, произведен её расчёт. Также был произведен расчет угловой жесткости подвесок автомобиля с передней подвеской типа McPherson, а задней разрабатываемой независимой подвески, принято решение о необходимости установки стабилизаторов поперечной устойчивости, определена их приведенная жесткость.

В дальнейшем жесткость стабилизаторов должна уточняться в ходе испытаний. Разработанная конструкция имеет следующие преимущества по сравнению со штатной подвеской - благодаря подрамнику полностью агрегируется перед установкой на автомобиль, лучше изолирует кузов от дорожных шумов благодаря мягким опорам, имеет лучшую эластокинематическую характеристику.

В представленном экономическом разделе дипломного проекта, анализируя результаты расчетов показателей эффективности внедрения разработанной задней подвески можно сделать вывод о целесообразности внедрения ее в производство.

В технологической части данного дипломного проекта разработана технологический процесс сборки спроектированной задней независимой подвески. Из недостатков данной конструкции следует отметить необходимость дополнительной под сборки амортизаторной стойки перед установкой узла на автомобиль, что увеличивает трудоемкость монтажа на конвейере.

В разделе по безопасности жизнедеятельности, был проведен анализ опасных и вредных производственных факторов на производственном участке сборки разработанной конструкции, выявлены причины их возникновения и предложены мероприятия по обеспечению безопасной работы на рабочем участке, также представлены необходимые мероприятия при чрезвычайных

ситуациях.

Список используемой литературы

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. Шестопалов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопалов. - 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. König R. Schmiertechnik / R. König. - 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.

30. Niemann G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p.

31. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Senname, Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.

32. Werner E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. - p. 134.

33. Wittel H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Графики тягово-динамического расчета

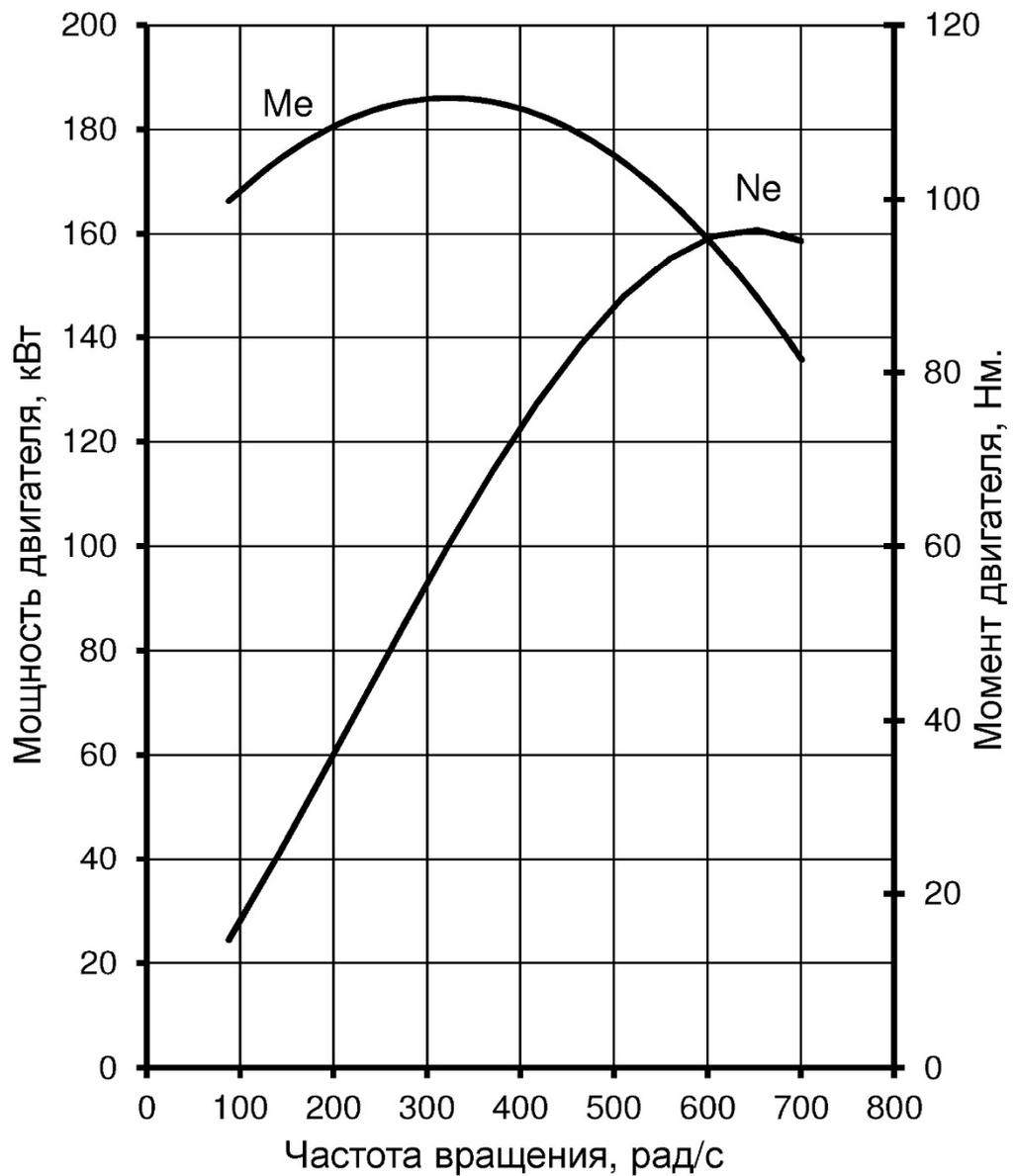


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика»[22]

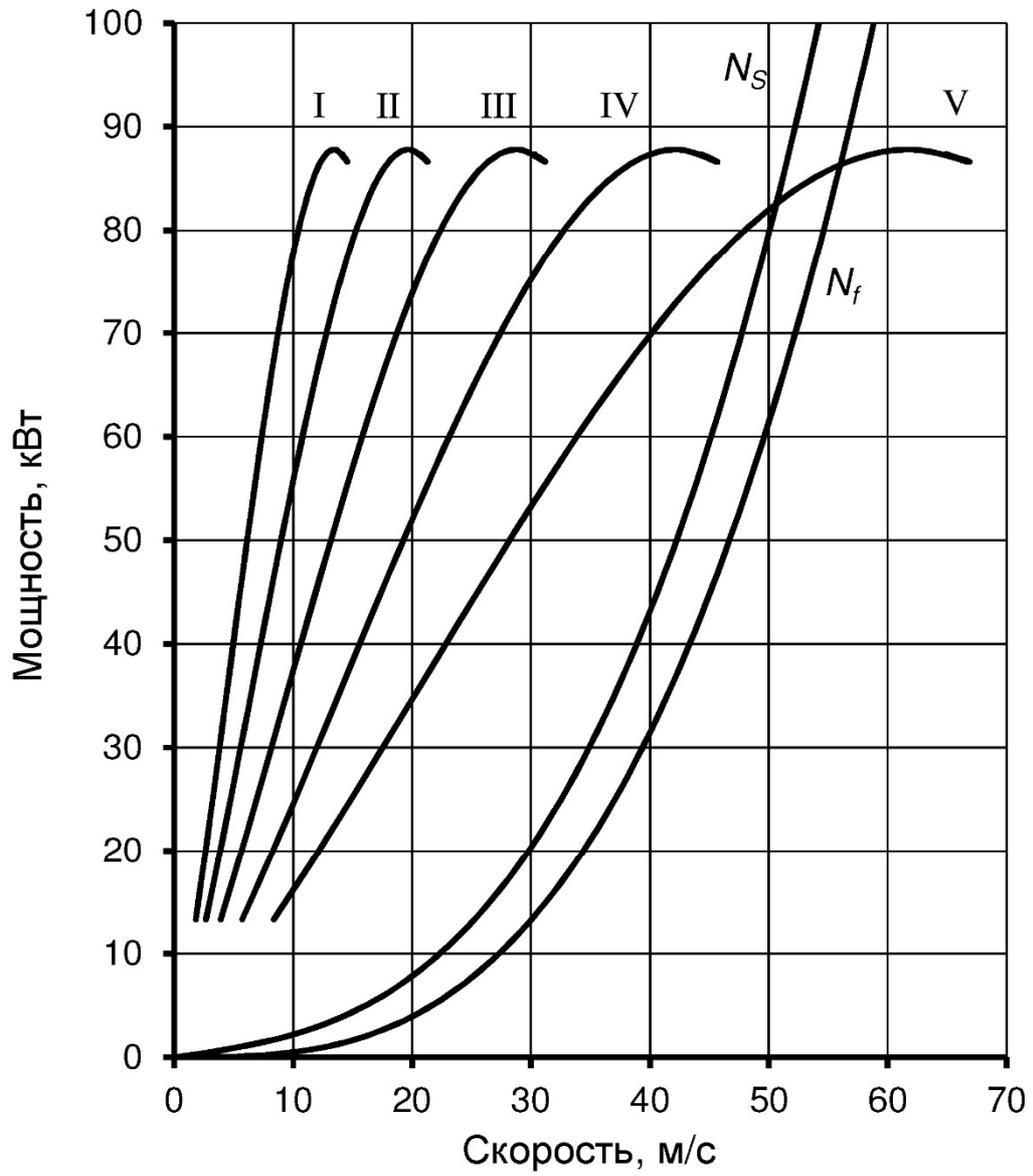


Рисунок А.2 – «Баланс мощностей»[22]

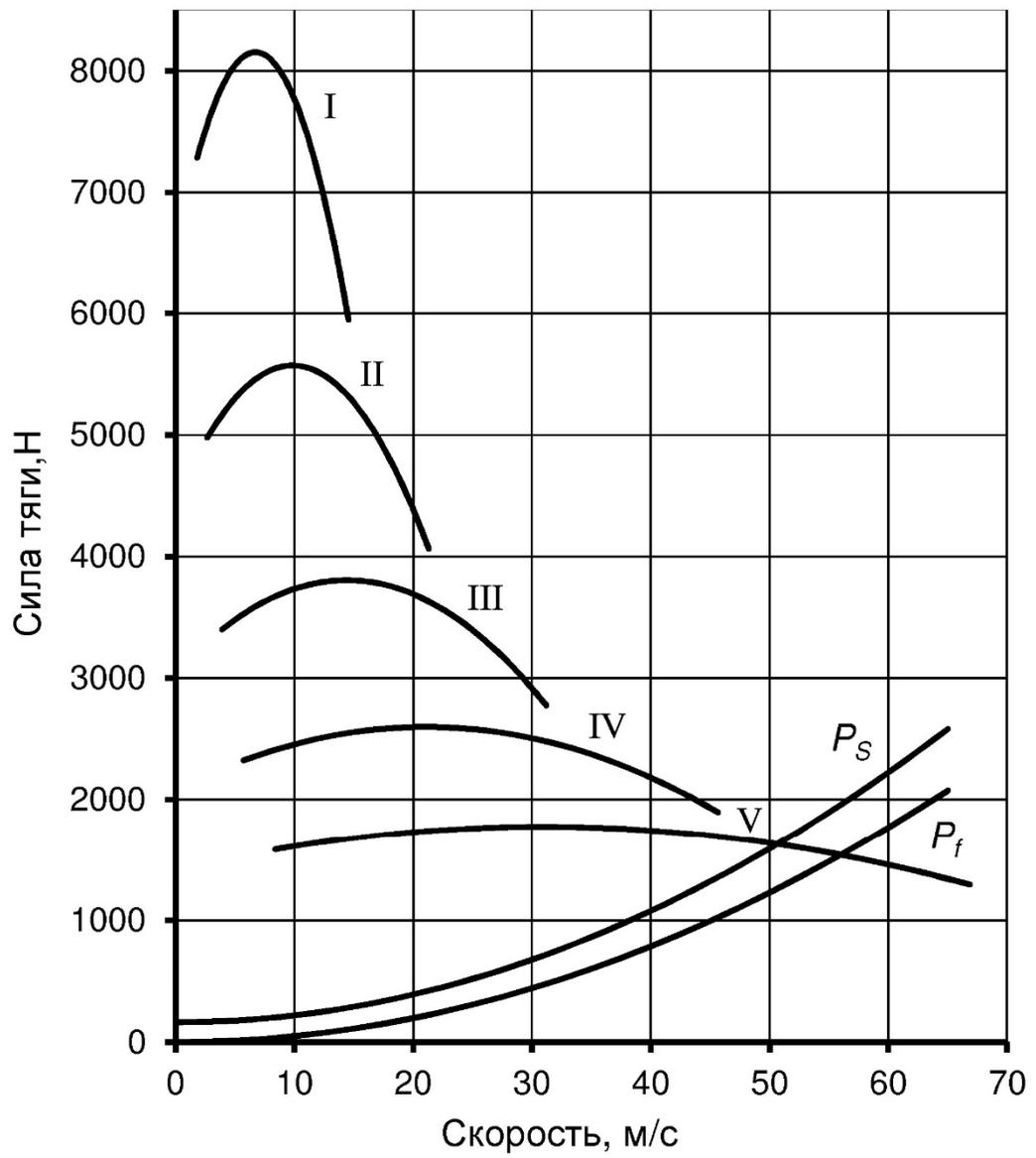


Рисунок А.3 – Тяговый баланс»[22]

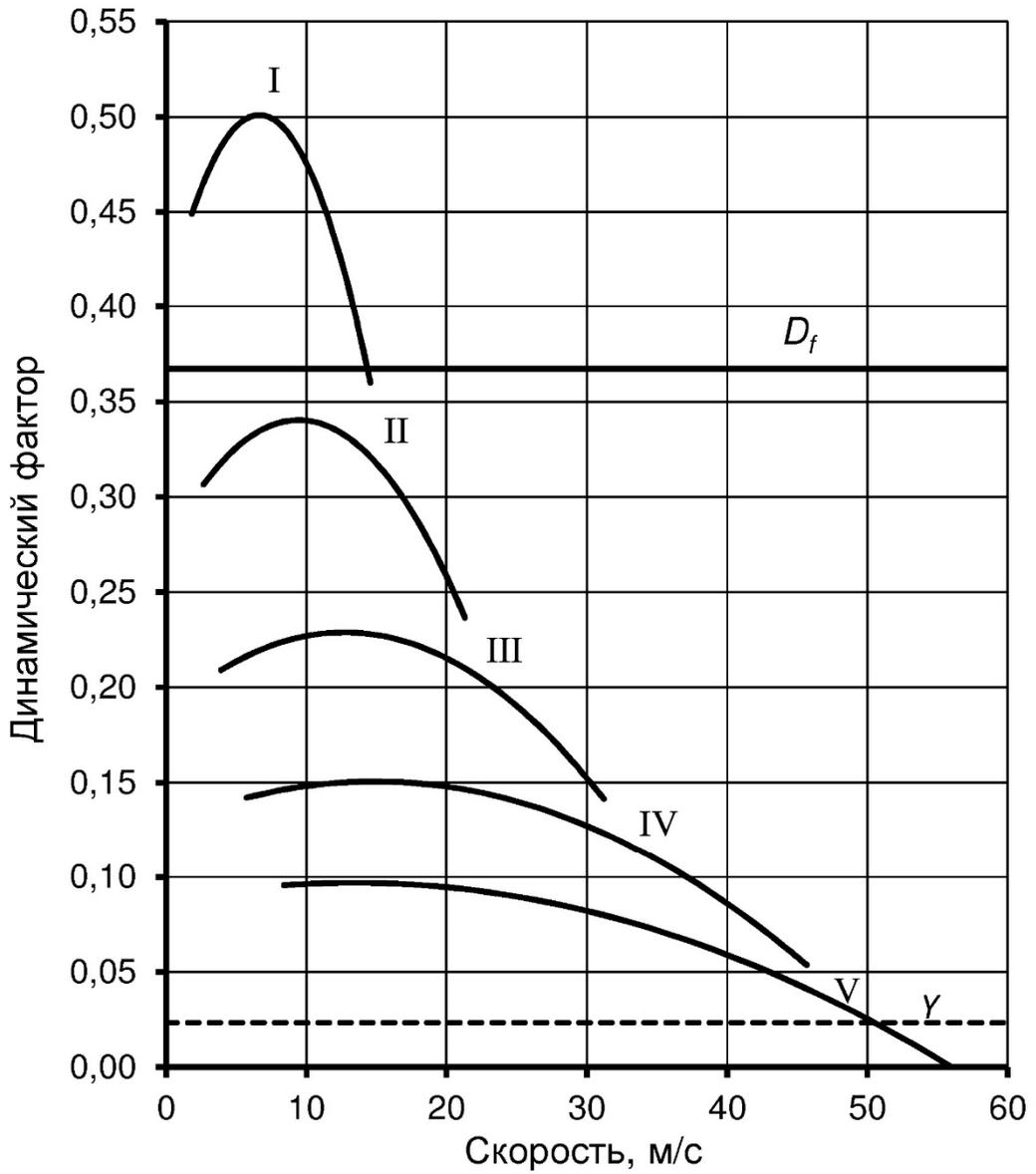


Рисунок А.4 – Динамический баланс»[22]

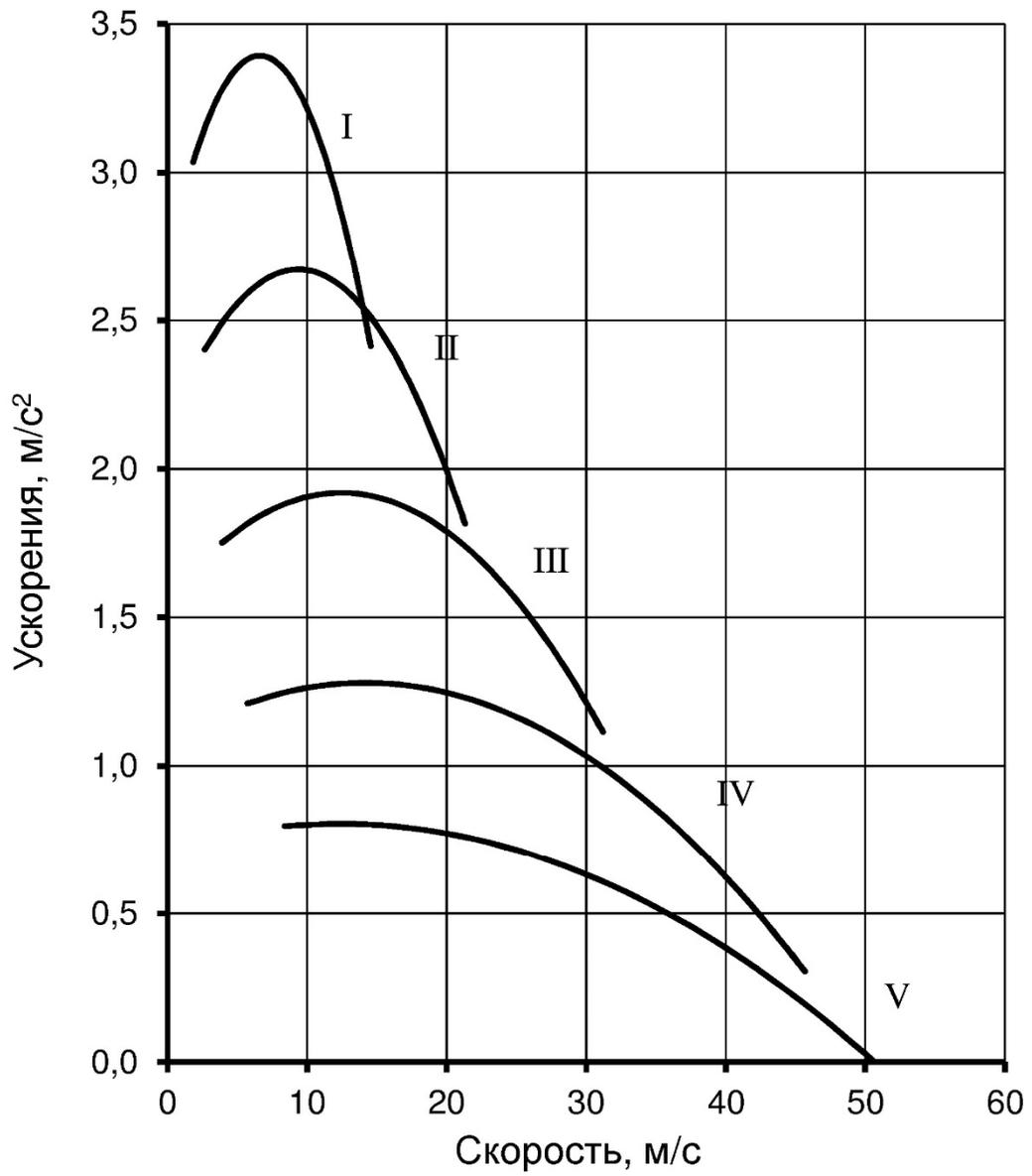


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах»[22]

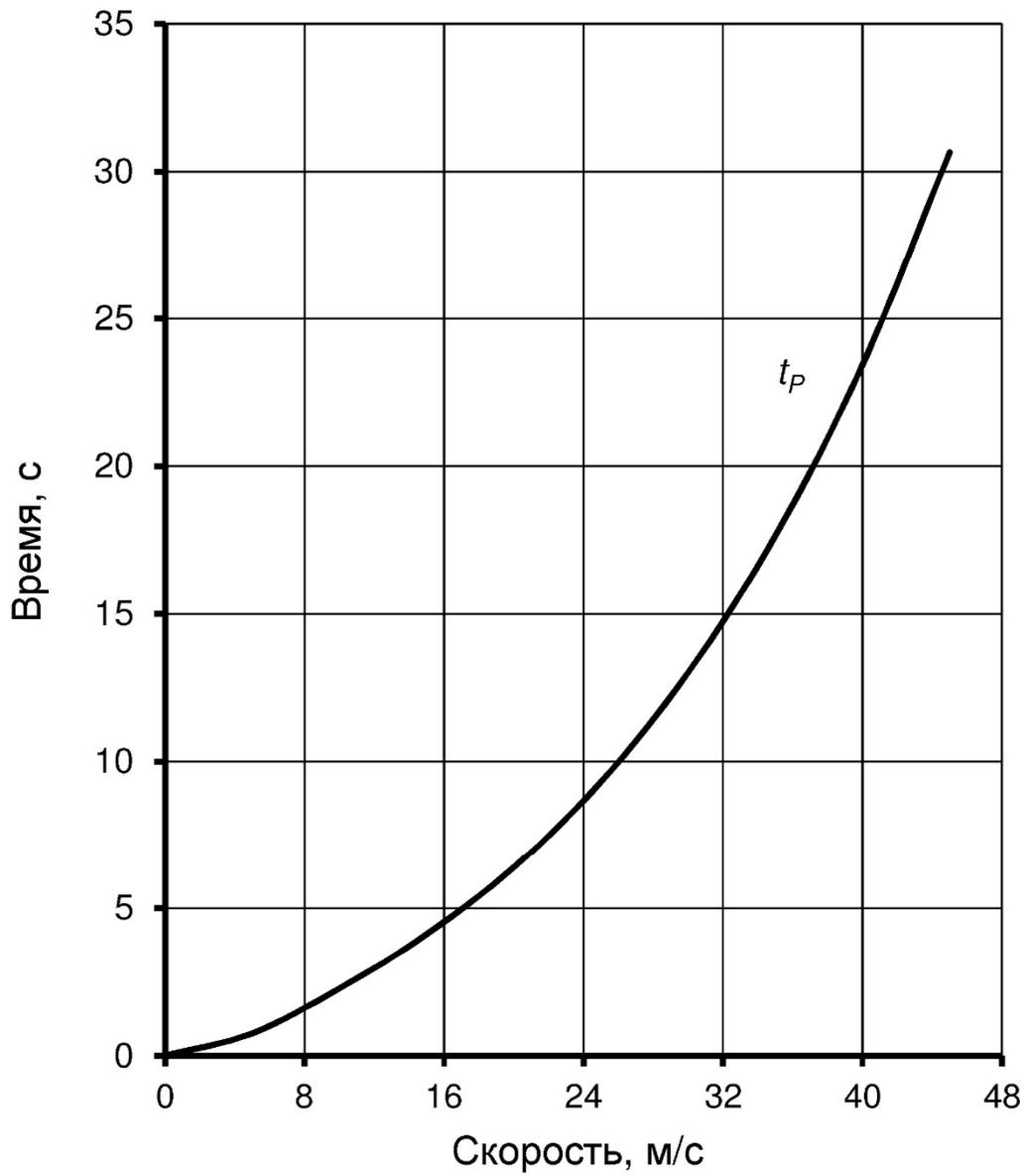


Рисунок А.6 – Время разгона»[22]

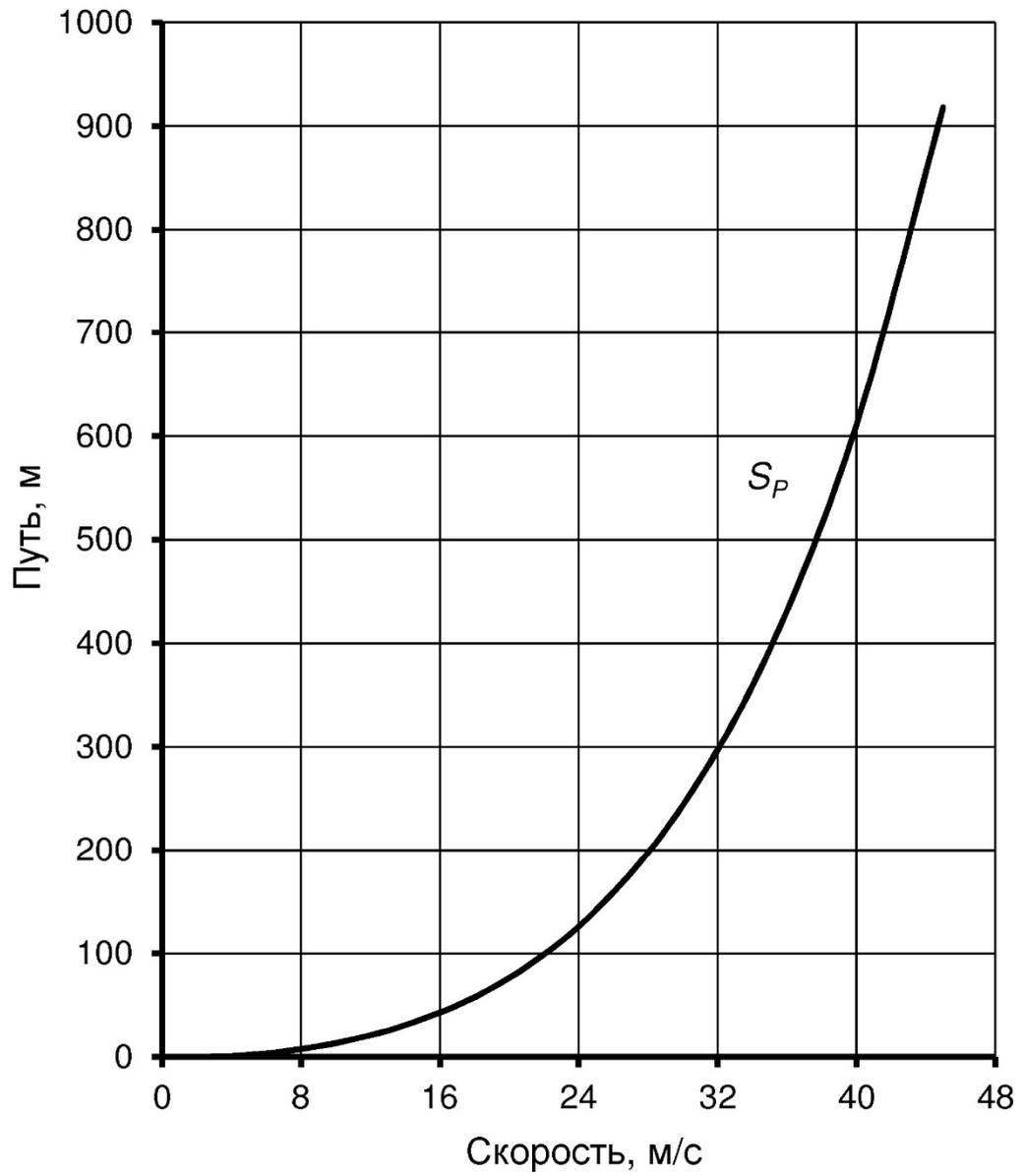


Рисунок А.7 – Путь разгона»[22]

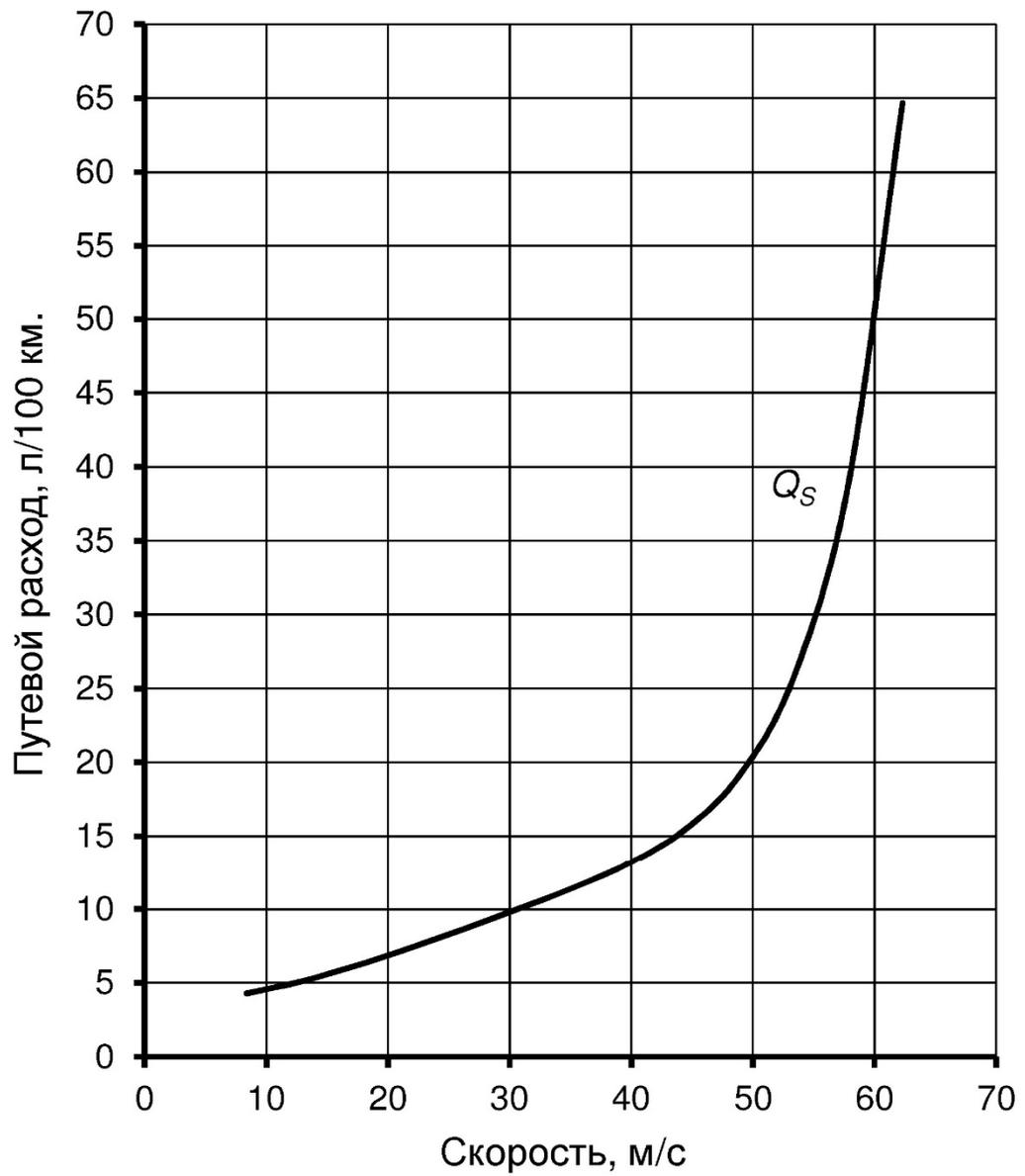


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива»[22]