

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 кафедры)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Переднеприводный легковой автомобиль 2-го класса.

Модернизация передней подвески

Студент Е.Ю. Качалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель В.Н. Лата

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

О.М. Сярдова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.В. Бобровский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

 20 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

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

Тема дипломного проекта: “Переднеприводный легковой автомобиль второго класса. Модернизация передней подвески”. Автомобиль должен отвечать современным требованиям, то есть иметь быстрое ускорение, плавное сцепление, бесшумную коробку передач, надежные системы торможения и рулевого управления, надежную систему зажигания.

Дипломный проект состоит из 100 страниц, включая введение, разделы конструкторской, экономической частей и раздела объекта безопасности. Он также имеет графическую часть 8 листов А1.

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

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

Третья часть дипломного проекта - безопасность и экологичность проекта.

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

Эта модернизация, описанная в дипломном проекте, может быть внедрена в массовое производство.

ABSTRACT

The automobile of today must have high efficiency, long service life, driving safety, ease of maintenance and be stable on the road.

The topic of the diploma project is “Front-wheel drive passenger car of the second class. Front suspension upgrade”. The automobile must meet up-to-date demands, that is, it must have rapid acceleration, smooth-acting clutch, silent gearbox, dependable braking and steering systems, dependable ignition system.

The diploma project consists of 100 pages, including introduction, and chapters of design, economic parts and the section of the security object. It also have a graphic part of 8 sheets A1.

The first part is concerned with the design of the developed unit, its current development trends, as well as the classification of existing types of constructions.

The second part of the project is dedicated to vehicle design calculations. This part is concerned the dynamic calculation of the vehicle, the calculation of the characteristics of the vehicle and the calculation of the design.

The third part of the diploma project - safety and environmental friendliness of the project.

The forth part is concerned with economical calculations for piece-price of the developed product. Calculation is concerned of breakeven point for this project and evidence calculation for economic efficiency.

This modernization, described in the diploma project, could be implemented into current mass production.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Состояние вопроса	6
1.1 Назначение подвески	6
1.2 Требования, предъявляемые к подвескам	6
1.3 Структурные элементы подвески	7
1.4 Классификация подвесок	11
1.5 Обзор конструкции подвески типа Мак Ферсон	12
2 Конструкторская часть	16
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	17
2.2 Расчет подвески автомобиля	32
3 Безопасность и экологичность объекта	50
4 Анализ экономической эффективности объекта	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	69
ПРИЛОЖЕНИЕ	71

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент российский автомобильный рынок очень плотный, насыщенный автомобилями, и мы даже можем сказать, что он перенасыщен. Помимо российских производителей, есть и зарубежное производство автомобилей, которые, чтобы снизить стоимость своих автомобилей, производятся на полном цикле или только в нашей стране или в Национальном собрании Таможенного союза. И большинство автомобилей действительно конкурентоспособны автомобили Lada, особенно Lada Vesta-cross, так как они близки к его размеру стоимости.

Недавняя тенденция-кризисности ПАО "АвтоВАЗ" как на внешних рынках, так и на отечественных позициях дала толчок для развития. До недавнего времени Lada теперь организовала положительную альтернативу корейским и китайским производителям.

Сейчас в связи с экономическим кризисом, который разразился в России, которая может стать частью нашей работы по выходу на рынок труда. Но поскольку разработка новых, современных моделей стоит времени и больших денег, долгосрочная модернизация серии LADA Vesta-Cross - это только реальный способ повышения конкурентоспособности автомобилей.

В представленном дипломном проекте рассматривается модернизация передней независимой подвески автомобиля LADA Vesta Cross с целью улучшения эксплуатационных показателей автомобиля, таких как плавность хода, управляемость в поворотах.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески

Эластично обеспечивает систему поддержки связи автомобиля с колесами и в случаях когда происходит следующее:

- Снижение динамической нагрузки транспортного средства, пассажиров и грузов;
- Передача сил и моментов внешних воздействий как на колесо, так и на тело автомобиля;
- Уменьшает вертикальные и сопутствующие вибрации колеса, вертикальные и угловые вибрации тела.

1.2 Требования, предъявляемые к подвескам

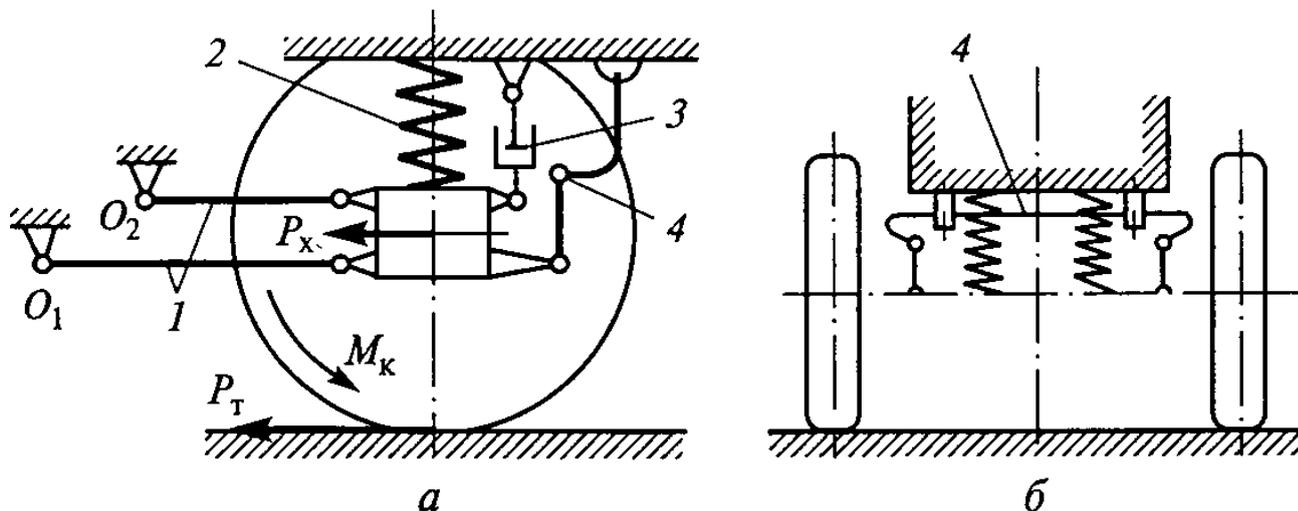
Следующие требования применяются к автомобильным подвескам:

- Подвеска должна быть как можно меньше, особенно в ее неподрессоренной части;
- Подвеска должна быть максимально компактной, чтобы обеспечить пассажирам максимально возможное пространство, а также рациональное размещение соседних узлов и агрегатов;
- Пружины должны быть как можно более простыми, технически-логичными и простыми в исполнении;
- Конструкция подвески должна приводить к монтажу компонентов и сборок, а также максимально возможному количеству приспособлений перед установкой на автомобиль;
- Конструкция подвесок должна обеспечить максимальную степень автоматизации для возможности установки процесса на автомобиле;
- Подвеска требует надежной и да здравствует fю-и в процессе;
- Пружины должны наилучшим образом соответствовать различным условиям вождения автомобиля и обеспечивать приемлемый уровень комфорта.

1.3 Структурные Э элементы подвески

В общем, подвеска состоит из следующих Э элементов (рисунок 1.1):

- упругие Э элементы;
- направляющие устройства;
- гасители колебаний;
- стабилизаторы поперечной устойчивости.



а – продольная проекция; б – поперечная проекция;

1 – направляющее устройство; 2 – упругий

Э элемент;

3 – гаситель колебаний; 4 – стабилизатор поперечной устойчивости

Рисунок 1.1 – Общее устройство подвески

1.3.1 Упругие Э элементы подвесок

Упругие пружины служат следующие функции: они вызывают удар, уменьшить горизонтальные, вертикальные и над носить динамическую нагрузку на тело, когда автомобиль движется. Результатом эластичности является исключение "копии" дорожных дел в контурах тела, улучшающих гладкость автомобиля. Когда тело колеблется на частоте 1, уровень гладкости считается оптимальным...1.3 Гц.

Правильная подача различных листов друг к другу при монтаже пружины осуществляется либо через центральный болт, либо через специальные пазы в центре пластины. Чтобы исключить возможность использования листа в отношении другого смещения страницы, закрепите его

клипом. Другой эффект зажима в случае общего отклонения пружины от корней (верхняя часть, с самой длинной длиной) листа переносит нагрузку на другой лист. В конце пружины кузова автомобиля (каркас) состоит из кусков устройства индийского способа.

Пружина обычно позиционируется вдоль продольной оси автомобиля.

Пружина в качестве основной массы элемента, спирали (скрученные) пружина в основном используется для языка шасси структуры. Решающим фактором является легкость пружины, которая соосно установлена на амортизаторах или амортизаторах или между Пружина и телом.

Найти и листовые пружины изготовлены из пружинно-пружинной стали. Сила энергии и срок службы пружины меньше, чем у листовой пружины в весе.

Спиральная пружина состоит из круглого стержня и может

- Цилиндрический.;
- Коничный.;
- Правка.

Основной недостаток цилиндрической пружины-линейный характер- Придерживайтесь его жесткости.

Для получения нелинейных свойств подвески используется спиральная пружина с непостоянной длиной, из которой состоит рабочая часть пружины.

В конце кручения есть головки (скрытые) с вставкой или выполненной в одном для меня многогранник, закручивая один конец в автомобиль, прикрепленный к раме. Эластичность колесных гарантируется скручиванием. Торсионный стержень, как и спиральная пружина, должен использовать рельсы и демпфирующий элемент.

Эластичные пневматические подушки безопасности чаще всего используются в автомобильной составляющей, чтобы сильно изменить качество компонентов шасси(туннели)и для очень сложных классических автомобилей на дороге(автобусы). Жесткость этих пружин регулируется изменением давления воздуха в воздухе. Кроме того, могут быть установлены следующие параметры: высота от Земли (шины) или вопрос платформы относительно дороги или самостоятельно приостановка дорожного просвета.

Производство эластичных пневматических элементов, как правило, выполнено в виде резинового шнура, который содержит рамку для диагонального оформления двухслойного резинового шнура. Провод обычно состоит из синтетического провода (нейлон и т. д). Используется для корпуса маслостойкой резины, воздухонепроницаемой внутри. Толщина оболочки составляет 3...5 мм

Эластичные гидравлические элементы.

Открытый профиль стальной штамповки сварной структуры является самым простым и техническим. При высокой нагрузке на рычаг можно использовать закрытую коробчатую поперечную секционную конструкцию, а также вилочный рычаг со-лопасти или литой вилки.

Рычаги, рабочие и поворотные рычаги, - одиночные, но-сие или боковые рычаги, как правило, независимы от пружин задних колес. Таким образом, рычаги испытывают сложный тип нагрузки, так как в разных режимах жалюзи не только выполняют силу.

1.3.2 Буфер

Виброгаситель для демпфирования вибрации эластичного демпфера. Во время движения автомобиля, когда колеса попадают на проезжую часть, вибрации тела и колес могут быть нарушены так называемыми амортизаторами. Его принцип работы упрощен на пробо-

Использование механических колебаний энергии путем трения с жидкостью и теплом с последующим дисперсией.

Амортизаторы автомобиля можно разделить на следующие группы:

- Телескопические (две трубки в одном);
- Жезл.

Телескопические амортизаторы имеют ряд преимуществ перед рычагами, что приводит к их широкому применению в автомобилестроении.

Ударное сопротивление амортизатора создается путем перекачки жидкости через калиброванные отверстия, которые находятся в клапане или поршне от амортизатора в зависимости от исполнения. По мере увеличения скорости относительного движения моста и тела сопротивление амортизатора

будет значительно увеличиваться. Амортизаторы заполнены специальной жидкостью, вязкость которой редко зависит от температуры окружающей среды. Колебания тела включают ход сжатия, когда тело попадает в мост, а также тело и мост, когда отдача расходится. Сопротивление амортизатора имеет двойной эффект. Воздействие хода сжатия и удара неравномерно: сопротивление во время хода сжатия составляет 20...Скидка 25% устойчива к лечению. Это происходит потому, что амортизатор во время отдачи должен в первую очередь подавлять свободные вибрации пружин и не увеличивать жесткость эластичного элемента во время размещения.

Как уже упоминалось, телескопические бамперы-это двойная труба в мешке. Основное различие между ними заключается в том, что двухтрубный амортизатор имеет рабочий цилиндр и топливный бак, а однотрубный-только рабочий цилиндр.

С эластичным дополнительным стабилизирующим элементом, называемым боковыми стабилизаторами, одним из следующих

Уменьшите ролик тела, улучшите обработку автомобиля.

Как правило, стабилизатор представляет собой специальный эластичный инструмент кручения, который находится напротив автомобиля, и состоит из круглой части Пружина из пружинной стали и плеча (реликвии). Пружина крепится к раме с помощью втулки, если ваша подвижность и плечо поддерживаются с помощью, связанного с валом или рычагом подвески.

С бокового крена и угол бокового качания тела конец стабилизатора (плечо) и в разных направлениях, движутся, один падает, а другой растет, в результате чего средняя часть Пружина закручивается и частично изгибается, в результате чего стабилизатор уменьшается, а роль сопротивления и боковые колебания тела возникают, наряду с вертикальным движением тела сдаче суспензии равно, движение stabilisatorarm то же самое, что Пружина поворачивается только в стручках, не поворачивая. Таким образом, стабилизатор во время вертикального движения кузова мало влияет на характеристики подвески.

1.4 Классификация подвесок

Существует множество вешалок, которые могут быть классифицированы:

- в соответствии с руководством;
- Эластичный тип.

У каждого типа подвески есть свои плюсы и минусы, благодаря которым она либо выделяется как раз вовремя, либо по сей день успешна.

В зависимости от типа направляющей подвеску можно разделить на:

- Зависимость;
- Независимо.;
- Половина.

Зависимость подвески имеет очень простой дизайн, Dеш-виза в производстве, в любой дорожной ситуации трек остается прежним. Но при всем том, что балка не монтируется пружинами, это просто ② такого рода подвески нет. Кроме того, при двухсторонней скорости колеса на одной оси наблюдается значительная тенденция, в результате она ведет себя как вибрация колеса.

Независимые перья имеет много различных преимуществ, которые привели к их популярности автомобильной промышленности в дизайне. Независимую подвеску можно отличить за счет накопления колесных ориентаций (продольных, поперечных, диагональных) и количества рычагов (один, двойной станок, мульти-линк, канделябр).

В собственном классе часто встречаются так называемые полесовицы-прямая подвеска-соединительная рукоятка, подвешенная с резьбовой балкой. Как правило, этот тип подвески используется в качестве не дорогой охлажденной задней подвески автомобиля.

Пружины в основном используются для строительства туннелей и внедорожников; в настоящее время речь не идет. Как правило, они расположены вдоль продольной оси автомобиля, но, например, у старых моделей Volvo также есть поперечное расположение.

При оформлении этой подвески используется витая пружина. Этот тип перьев в настоящее время является самым популярным и наиболее часто

используется в дизайне малых и средних автомобилей

Класс приготовления суспензии-это очень просто, вы можете играть в геометрии пружины (бег, кегли и т. д.) для характеристики пружин для.

Torsionsstabs. Компактная, небольшая масса неподдресоренных подвесных деталей, но по сравнению с найденными, производство сложное и менее долговечное. Торсионная подвеска включает в себя стержень, который работает на поворотном стержне, торсионный стержень может быть расположен вдоль и поперек оси транспортного средства. Этот тип подвески может использоваться для автомобилей и легких грузовиков.

Гидропневматическая и пневматическая подвеска. В большинстве случаев они используются при строительстве тоннелей,ТИЦ, исполкома. Они имеют большое количество преимуществ, таких как: высокая гладкость, комфорт пассажиров, постоянная игра, независимо от нагрузки. Эластичный элемент подвески представляет собой комбинацию цилиндра сжатого воздуха или пневматической пружины с гидравлическим амортизатором. К недостаткам этих подвесок можно отнести: сложность конструкции, высокие эксплуатационные расходы.

1.5 Обзор конструкций подвески типа Мак Ферсон

Рассмотрим наиболее используется в качестве автомобиля среднего и среднего типа пружины "MacPherson".

Для первого использовавшегося прицепа типа "МакФерсон" был изготовлен логотип этого "Пежо 204", затем потребовался год-Ford, а в 1969 г.

"Фиат 128". Но на самом деле широко используется, он был с начала 70-х годов. Почти все новые автомобили с передним приводом основаны на аналогичной подвеске, и из-за нескольких преимуществ "Mac ferson" установлен на автомобилях с другими приводами.

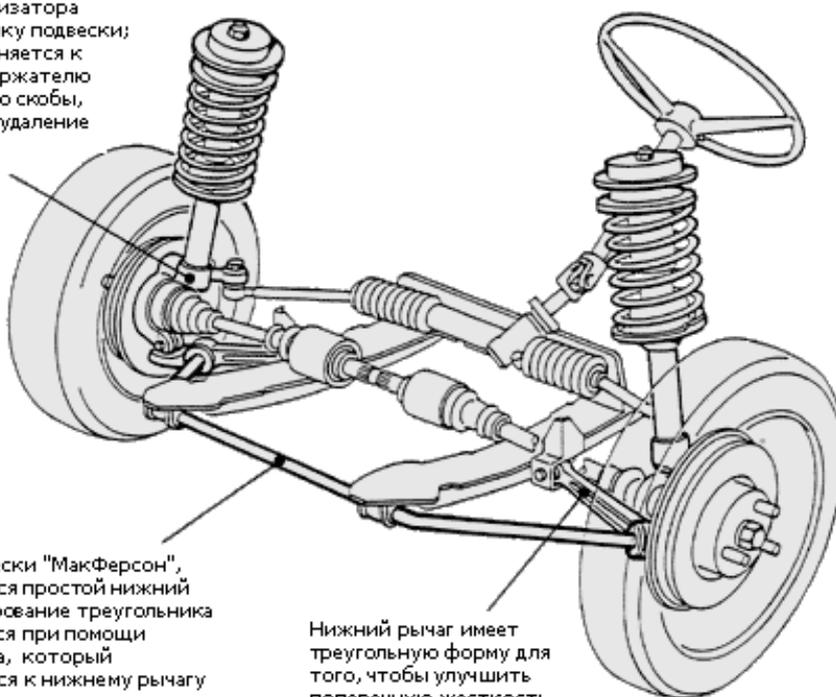
Основное преимущество подвески "Mac ferson", которая послужит поводом для ваших интересов в общественных местах, вы можете указать:

Низкая стоимость производства; Компактный.;



Рисунок 1.2 – Передняя подвеска типа Мак Ферсон

Корпус амортизатора образует стойку подвески; она присоединяется к штыревому держателю оси с помощью скобы, облегчающей удаление



В случае подвески "МакФерсон", где применяется простой нижний рычаг, формирование треугольника осуществляется при помощи стабилизатора, который присоединяется к нижнему рычагу и в двух точках - к шасси

Нижний рычаг имеет треугольную форму для того, чтобы улучшить поперечную жесткость

Рисунок 1.3 – Особенности конструкции передней подвески типа Мак Ферсон

Рассмотрим переднюю подвеску автомобиля Lada Vesta-Cross.

Основой подвески являются телескопические гидравлические амортизаторы-торсионная стойка, пол которой соединен поворотной ножкой с двумя винтами. Верхний болт Э через отверстие кронштейна стойки, IME - это центральный ремень и Э чудаковат шайбу. Вращая винты, вы устанавливаете угол падения переднего колеса.

Телескопическая штанга имеет винтовую пружину, пенопластовый буфер PU для сжатого воздуха, а также верхнюю колонку, установленную с подшипником. Верхняя опора крепится к корпусу крыла с тремя самоблокирующимися гайками. Его конструкция существенно отличается от конструкции опор, используемых на автомобилях семей Lada Samara и LADA

Теперь вместо прессованного упорного подшипника установлена стальная оболочка, втянутая в gammaгау опоры, что позволяет исключить игру и посторонний шум. Прикладные упорные шарикоподшипники транспортного средства имеют больший диаметр и другую конструкцию и расположены между верхней опорой в пружине. Под весом фронта подшипник находится в сжатом положении, что позволяет снять все места и удары. Поверхность контакта шарика с взлетно-посадочной полосой ясно увеличивает и, следовательно, увеличивает и долговечность подшипника. В новой конструкции при повороте колес корпус реликвии вращается вместе с пружиной. При этом амортизатор остается прочным, а соединение амортизатора с амортизационной втулкой становится менее изношенным. В корпусе реликвии установлен телескопический гидравлический амортизатор.

Нижняя часть цапфы соединена с нижним поперечным рычагом через опору кабеля. Опора крепится на поворотный кулак двумя винтами (отверстия в оси, несомненно, являются). Тормозные и тяговые силы будут видеть при движении через длинные расстояния, которые соединены с нижними рычагами и креплениями через бесшумные блоки, установленные на нижней поперечине рамы радиатора. На стыке (на обоих концах удлинения) установлены шайбы для регулировки угла продольного наклона оси вращения колеса. В поворотном подшипнике установлен двухрядный RA-Dial-упорный

шарикоподшипник закрытого типа, закрепленный двумя стопорными кольцами в кулаке. Подшипник затягивается гайкой, хвостовиком НВО наружного шарнира привода колеса. Блок подшипника не регулируется. Гайка ступицы колеса такие же, с правом разреза-бой. Поперечный стабилизатор-пружинный стальной стержень. В средней его части имеется изгиб над [правиль] дополнительным глушителем выхлопной системы. Два конца штанги стабилизатора через лапы с резиновыми и резиновыми подшипниками связаны с нижними рычагами подвески. Пружина в своей средней части крепится резиновыми подушками к кузову с узбекским.

Серийный вариант имеет надежный и долговечный, с хорошими характеристиками. Особая особенность проекта сохранение леса последовательного передних независимых пружин, что позволит существенно снизить расходы по улучшению и унификации производства поможет избежать трудностей в обеспечении деятельности предыдущий период, поделитесь.

Необходимость обновления пружин в проекте продиктована желанием существенно расширить ассортимент автомобилей Lada Vesta-появлением модификации с регулируемой пружиной, которая может обеспечить плавное движение в небольших неровностях и лучшую управляемость в поворотах. Введение нового изменения напрямую повысит конкурентоспособность и повысит рынок сбыта.

2 Конструкторская часть

На данный момент российский автомобильный рынок очень плотный, насыщенный автомобилями, и мы даже можем сказать, что он перенасыщен. Помимо российских производителей, есть и зарубежное производство автомобилей, которые, чтобы снизить стоимость своих автомобилей, производятся на полном цикле или только в нашей стране или в Национальном собрании Таможенного союза. И большинство автомобилей действительно конкурентоспособны автомобили Lada, особенно Lada Vesta-cross, так как они близки к его размеру и стоимости.

Недавняя тенденция-слабости ПАО "АвтоВАЗ" как на внешних рынках, так и на отечественных позициях. До недавнего времени Lada теперь организовала положительную альтернативу люксембургским, корейским и китайским тайским производителям.

Сейчас в связи с экономическим кризисом, который разразился в России, которая может стать частью нашей работы по выходу на рынок труда. Но поскольку разработка новых, современных моделей стоит времени и больших денег, долгосрочная модернизация серии LADA Vesta-Cross - это только реальный способ повышения конкурентоспособности автомобилей.

В представленном дипломной проекте рассматривается модернизация передней независимой подвески автомобиля LADA Vesta Cross с целью улучшения эксплуатационных показателей автомобиля, таких как плавность хода, управляемость в поворотах.

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

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

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_0 + G_{П} + G_B, \quad (2.1)$$

где G_0 - собственный вес автомобиля;
 G_n - вес пассажиров;
 G_b - вес багажа;

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1230 \cdot 9,807 = 12063 \text{ Н} \quad (2.2)$$

$$G_{П} = G_{П1} \cdot 5 = m_{П1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (2.3)$$

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

$$G_A = 12063 + 3678 + 490 = 16231 \text{ Н} \quad (2.5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 51 = 16231 \cdot 51 = 8278 \text{ Н} \quad (2.6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 49 = 16231 \cdot 49 = 7953 \text{ Н} \quad (2.7)$$

б) Подбор шин

Шины выбираются по нагрузке, приходящейся на колесо с помощью Краткого автомобильного справочника [6]

На автомобиле установлены радиальные шины 195/55 R16.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2.8)$$

где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 195$ – ширина профиля, мм;

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

$d = 406,4$ – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 406,4 + 0,55 \cdot 0,85 \cdot 195) \cdot 10^{-3} = 0,294 \text{ м} \quad (2.9)$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.10)$$

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.

$$U_0 = (0,294 \cdot 680,7) / (0,784 \cdot 51,67) = 3,938 \quad (2.11)$$

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (2.12)$$

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:

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (2.13)$$

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

$$N_v = (16231 \cdot 0,023 \cdot 51,67 + 0,38 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 51,67^3 / 2) / 0,91 = 95983 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (2.14)$$

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

$$N_{MAX} = 95983 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 96478 \text{ Вт} \quad (2.15)$$

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

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.16)$$

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

Определение значений крутящего момента производится по формуле:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (2.17)$$

Таблица 2.1 - Внешняя скоростная характеристика

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

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (2.18)$$

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:

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (2.19)$$

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

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,20 = 0,223 \quad (2.20)$$

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

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (2.21)$$

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 ($\varphi = 0,8$).

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

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

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен:

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,600 / 0,784)^{1/4} = 1,464 \quad (2.22)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,600 / 1,464 = 2,459; \quad (2.23)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,459 / 1,464 = 1,680; \quad (2.24)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,680 / 1,464 = 1,148; \quad (2.25)$$

$$U_5 = 0,784. \quad (2.26)$$

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (2.27)$$

Таблица 2.2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Скорости дв-ля, об/мин	Скорость на 1ой передаче, м/с	Скорость на 2ой передаче, м/с	Скорость на 3ей передаче, м/с	Скорость на 4ой передаче, м/с	Скорость на 5ой передаче, м/с
840	1,8	2,7	3,9	5,7	8,4
1290	2,8	4,1	6,0	8,8	12,9
1740	3,8	5,5	8,1	11,9	17,4
2190	4,8	7,0	10,2	14,9	21,9
2640	5,7	8,4	12,3	18,0	26,4
3090	6,7	9,8	14,4	21,1	30,9
3540	7,7	11,3	16,5	24,1	35,3
3990	8,7	12,7	18,6	27,2	39,8
4440	9,7	14,1	20,7	30,3	44,3
4890	10,6	15,6	22,8	33,4	48,8
5340	11,6	17,0	24,9	36,4	53,3
5790	12,6	18,4	27,0	39,5	57,8
6240	13,6	19,9	29,1	42,6	62,3
6690	14,5	21,3	31,2	45,6	66,8
6500	14,1	20,7	30,3	44,3	64,9

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{К.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (2.28)$$

Таблица 2.3 - Тяговый баланс

Скорости дв-ля, об/мин	Сила тяги на 1ой передаче, км/ч	Сила тяги на 2ой передаче, км/ч	Сила тяги на 3ей передаче, км/ч	Сила тяги на 4ой передаче, км/ч	Сила тяги на 5ой передаче, км/ч
------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Продолжение таблицы 2.3

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

2.1.8 Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху:

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (2.29)$$

Сила сопротивления качению:

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (2.30)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.31)$$

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

Таблица 2.4 - Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	162	162

Продолжение таблицы 2.4

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

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.32)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.33)$$

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

Таблица 2.5 - Динамический фактор на передачах

Обороты двигателя, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче
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

Продолжение таблицы 2.5

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

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.34)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KI}^2), \quad (2.35)$$

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

Таблица 2.6 - Коэффициент учета вращающихся масс

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

Таблица 2.7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с ²	Ускорение на 2ой передаче, м/с ²	Ускорение на 3ей передаче, м/с ²	Ускорение на 4ой передаче, м/с ²	Ускорение на 5ой передаче, м/с ²
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

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 2.8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передаче, с2/м	1/j на 2ой передаче, с2/м	1/j на 3ей передаче, с2/м	1/j на 4ой передаче, с2/м	1/j на 5ой передаче, с2/м
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

2.1.12 Время и путь разгона

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом.

Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин:

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (2.36)$$

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:

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (2.37)$$

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:

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (2.38)$$

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

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:

Таблица 2.9 - 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

Продолжение таблицы 2.9

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 :

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (2.39)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

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

Результаты расчёта заносятся в таблицу:"

Таблица 2.10 - 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

Продолжение таблицы 2.10

0-25	2832	142
0-30	4873	244
0-35	7875	394
0-40	12217	611
0-45	18358	918

2.1.13 Мощностной баланс

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

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.40)$$

N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

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

Таблица 2.11 - Мощностной баланс

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 2.12 - Мощность сопротивления движению

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	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

2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

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

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.41)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot H^2 - 1,728 \cdot H + 1,523 \quad (2.42)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (2.43)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.44)$$

Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Таблица 2.13 - Путь расход топлива на высшей передаче

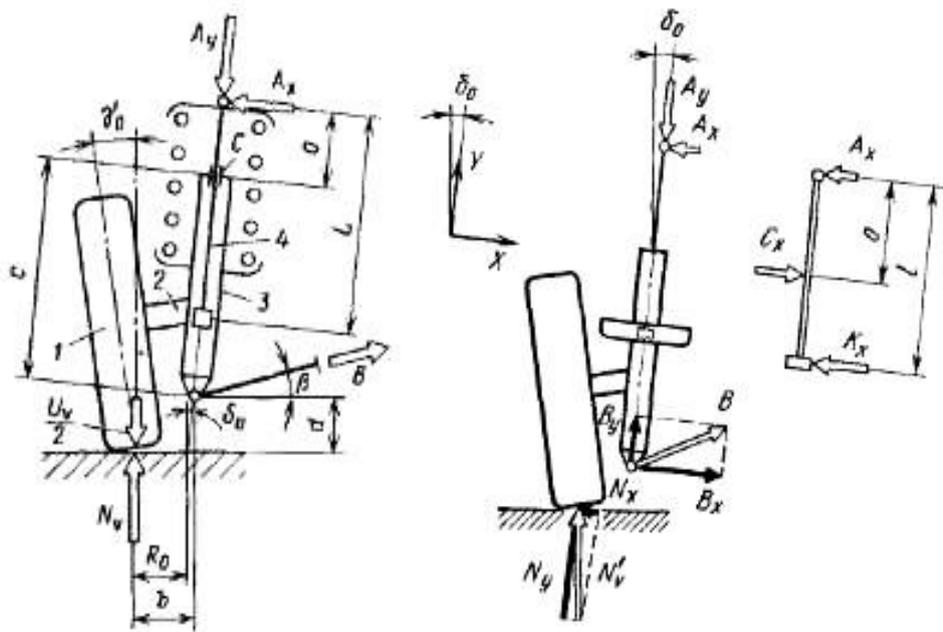
Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	<i>I</i>	<i>E</i>	<i>K_I</i>	<i>K_E</i>	<i>Q_S</i>
840	8,4	0,128	0,136	1,321	1,185	4,3
1290	12,9	0,155	0,208	1,282	1,143	5,1
1740	17,4	0,196	0,281	1,228	1,107	6,2
2190	21,9	0,250	0,354	1,163	1,077	7,4
2640	26,4	0,317	0,426	1,091	1,052	8,7
3090	30,9	0,398	0,499	1,017	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

2.2 Расчет подвески автомобиля LADA Vesta Cross

Исходные данные

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

Силы, действующие в подвеске Макферсон, показаны на рисунке 2.1.



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

Рисунок 2.1 – Силы, действующие в подвеске Макферсон

Зададим геометрические параметры подвески в соответствии с обозначениями, приведенными на рисунке 2.1:

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

Нагрузка на колеса

Масса автомобиля в снаряженном состоянии составляет:

$$m_{a1} = m_o \tag{2.43}$$

Проектная (конструктивная) нагрузка автомобиля:

$$m_{a2} = m_o + 3 \cdot m_k \tag{2.44}$$

где $m_ч$ – масса одного пассажира, $m_ч = 75$ кг.

Полная нагрузка автомобиля, соответствующая полной массе автомобиля:

$$m_{a3} = m_o + 5 \cdot m_ч + 5 \cdot m_б \quad (2.45)$$

Распределение массы автомобиля по осям

$$m_n = m_a \cdot k_a \quad (2.46)$$

$$m_з = m_a \cdot (1 - k_a) \quad (2.47)$$

где m_n – масса, приходящаяся на переднюю ось,

$m_з$ – масса, приходящаяся на заднюю ось,

k_a – коэф ффициент развесовки. Примем:

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

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

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

$$G_n = m_n \cdot g \quad (2.48)$$

$$G_з = m_з \cdot g \quad (2.49)$$

Нагрузка, приходящаяся на колесо передней оси автомобиля:

$$N_v = G_n / 2 \quad (2.50)$$

Полученные результаты для передней оси автомобиля представлены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Полученные результаты

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

Подрессоренные и неподрессоренные массы

Масса неподрессоренных частей передней оси автомобиля:

$$m_{нп} = 2 \cdot m_k \cdot k_{нп}, \quad (2.51)$$

где $k_{нп}$ – коэф ффициент неподрессоренных масс, для передней оси а/м примем $k_{нп} = 2$.

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

Масса подрессоренных частей передней оси автомобиля: [5]

$$m_{пм} = m_n - m_{нп} \quad (2.52)$$

Полученные результаты для передней оси автомобиля представлены в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Данные передней подвески

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

Определение статических нагрузок в пружине и шарнирах [5]

Уравнение моментов относительно точки В с учетом нагрузки N_v на колесо и обозначений расстояний, приведенных на рисунке 2.1, имеет вид:

$$A_x \cdot (c + o) = N_v \cdot b, \quad (2.53)$$

при Э том:

$$b = R_o + d \cdot \text{tg}(\delta_o) \quad (2.54)$$

$$b = 0,0312 \text{ (м)}$$

где A_x – сила нагружающая шток амортизатора на изгиб;

N_v – нормальная (вертикальная) нагрузка, действующая на кузов.

$$N_v = (N_v - U_Y) / 2, \quad (2.55)$$

где U_Y – вес неподрессоренных частей, передней оси автомобиля.

$$U_Y = m_{нп} \cdot g \quad (2.56)$$

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

Таким образом, сила, нагружающая шток амортизатора на изгиб:

$$A_x = \frac{N_v \cdot b}{(c + o)} \quad (2.57)$$

Поскольку сумма всех сил в направлении оси Y равна нулю, статическая нагрузка на пружину:

$$A_Y = N_Y + B_Y, \quad (2.58)$$

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

$$N_Y = N_v \cdot \cos(d_0) \quad (2.59)$$

$$B_Y = B_x \cdot \operatorname{tg}(b + d_0) \quad (2.60)$$

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

$$B_x = A_x + N_x, \quad (2.61)$$

где N_x – составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси X , Н.

$$N_x = N_v \cdot \sin(\delta_0) \quad (2.62)$$

Полученные результаты для передней оси автомобиля представлены в таблице 2.14. [5]

Таблица 2.14 – Результаты для передней оси [5]

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

Определение параметров шин

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

$$d_{ш} = d_0 + 2 \cdot B \cdot (H/B) \quad (2.63)$$

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

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

H/B – отношение высоты профиля к ширине профиля, $H/B = 0,55$.

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

Радиус колеса:

$$r_k = \frac{d_{ш}}{2} \quad (2.64)$$

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

Грузоподъемность шины:

$$G_{ш} = \frac{d_{ш} \cdot B}{d_0 + B} \cdot K_{ш} \cdot B^2 \quad (2.65)$$

где $K_{ш}$ – коэф ффициент грузоподъемности шины, $K_{ш} = 0,15 \dots 0,17$

МПа, примем $K_{ш} = 0,16$ МПа;

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

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

$$G_{ш} > N_v \quad (2.66)$$

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

Следовательно, условие выполнено.

Расчет упругого Э элемента подвески [5]

Исходя из рекомендаций, для обеспечения у автомобиля высокой плавности хода желаемая собственная частота колебаний подрессоренных масс пе-

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

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

Тогда жесткость передней подвески:

$$C = 5,59 \cdot 10^{-6} \cdot n_{\text{п}}^2 \cdot (m_{\text{п}} - m_{\text{нм}}) \quad (2.67)$$

$$C = 18,14 \text{ (кг/см)}$$

При проектировании подвески расчетной является конструктивная нагрузка, приходящиеся на ось.

Требуемая жесткость пружины определяется исходя из жесткости подвески:

$$C_{\text{п}} = i_{\text{γ}}^2 \cdot C, \quad (2.68)$$

где $i_{\text{γ}}$ – мгновенная передаточная функция направляющего аппарата подвески в статике по силам, определяемая соотношением:

$$i_{\text{γ}} = A_{\text{γ}} / N_{\text{γ}} \quad (2.69)$$

$$i_{\text{γ}} = 1,063$$

$$C_{\text{п}} = 19,28 \text{ (кг/см)}$$

Упругий элемент проектируемой подвески состоит из двух последовательно соединенных пружин, одна из которых обладает меньшей жесткостью, и предназначена для повышения плавности хода при движении по дороге с хорошим покрытием (небольшие неровности).

Произведем подбор параметров пружин подвески, учитывая, что их суммарная жесткость должна быть равна 19,5 кг/см.

Примем для дальнейших расчетов, что пружина с большей жесткостью будет называться основной, а с меньшей – дополнительной.

При последовательном соединении упругих элементов формула для определения их суммарной жесткости принимает вид:

$$C_{\text{ПΣ}} = C_{\text{оп}} \cdot C_{\text{дп}} / (C_{\text{оп}} + C_{\text{дп}}) \quad (2.70)$$

Исходя из анализа конструкций аналогов примем следующие предварительные значения жесткости пружин: [5]

$$C_{\text{оп}} = 50 \text{ (кг/см)}$$

$$C_{\text{дп}} = 30 \text{ (кг/см)}$$

$$C_{\text{ПΣ}} = 18,8 \text{ кг/см}$$

Определим число рабочих витков пружины:

$$z = \frac{G_{II} d_{II}^4}{8 \cdot C_{II} \cdot D_{CP}} \quad (2.71)$$

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

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

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

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

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

витков пружины:

$$z_{II} = z + 4/3 \quad (2.72)$$

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

$$n = 5,33$$

Фактическую жесткость пружин:

$$C = \frac{G_{II} d_{II}^4}{8 \cdot z \cdot D_{CP}^3} \quad (2.73)$$

$$C_{II}^o = 35,0 \text{ кг/см}$$

$$= 25,0 \text{ кг/см } C_{\Sigma} =$$

$$14,6 \text{ кг/см}$$

Фактическую же жесткость подвески:

$$n = C_{\Sigma} / i^2 \quad (2.74)$$

$$n = 12,93 \text{ кг/см}$$

Нагрузка на колесо:

$$P_k = (N_v - m_{II} \cdot g) \cdot i_Y \quad (2.75)$$

Таким образом:

при снаряженной нагрузке

$$P_{C_k} = 2642,2 \text{ (Н)}$$

при конструктивной нагрузке

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

нагрузке

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

прогиб пружин:

$$f_{CT} = \frac{P_k}{C_{II}} \quad (2.76)$$

$$f_{ст}^0 = 86,3 \text{ (мм)}$$

$$c_{ст} = 120,6 \text{ (мм)}$$

Суммарный статический прогиб пружин: [5]

$$\begin{aligned} f_{ст}^{\Sigma} &= f_{ст}^0 + f_{ст}^{\Sigma} \\ &= 206,9 \text{ (мм)} \end{aligned} \quad (2.77)$$

Частота свободных колебаний:

$$n_0 = \sqrt{\frac{300^2}{f_{ст}^{\Sigma}}} \quad (2.78)$$

$$n_0 = 66,0 \text{ (рад/мин)}$$

Полученное значение частоты укладывается в рекомендуемый интервал.

Определим полный ход пружины

$$h = \frac{K \cdot P}{C_{\Pi}} \quad (2.79)$$

где K – коэф ффициент динамичности; примем $K^o = 1,6$, $K^{\Pi} = 1,0$

$$h^o_{\Pi} = 158 \text{ (мм)}$$

$$h_{\Pi} = 138 \text{ (мм)}$$

Длина пружины, сжатой до соприкосновения витков:

$$H_3 = (z_{\Pi} + 1) \cdot d_{\Pi\Pi} + 0,25 \cdot z_{\Pi} + 0,5 \cdot d_{\Pi\Pi} \quad (2.80)$$

$$H^o_3 = 76 \text{ (мм)}$$

$$H^{\Pi}_3 = 86 \text{ (мм)}$$

Длина пружины, сжатой до соприкосновения витков с учетом минимального зазора между витками (динамическая длина пружины):

$$H_2 = H_3 + z_{\Pi} \cdot \Delta \quad (2.81)$$

где Δ – коэф ффициент динамичности минимальный зазор между витками,

примем $\Delta = 2$ мм.

$$H^o_2 = 84 \text{ (мм)}$$

$$H^{\Pi}_2 = 97 \text{ (мм)}$$

Найдем длину пружины в свободном состоянии:

$$H_0 = H_3 + h_{\Pi} \quad (2.82)$$

$$H^o_0 = 242 \text{ (мм)}$$

$$H_0 = 235 \text{ (мм)}$$

Определим статический прогиб:

$$h = \frac{P \cdot k}{C_{\text{п}}} \quad (2.83)$$

$$h^{o_{\text{CT}}} = 86 \text{ (мм)}$$

$$h^{\text{д}}_{\text{CT}} = 121 \text{ (мм)}$$

Тогда длина пружины под статической нагрузкой:

$$H_1 = H_0 + h_{\text{CT}} \quad (2.84)$$

$$H^{o_1} = 156 \text{ (мм)}$$

$$H^{\text{д}}_1 = 114 \text{ (мм)}$$

Нагрузка пружины при статической длине:

$$P_1 = P^{\text{c}} \quad (2.85)$$

$$P^{o_1} = P^{\text{д}} = 3019,8 \text{ (Н)}$$

Нагрузка пружины при полном динамической ходе сжатия:

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

$$P^{o_2} = 5529 \text{ (Н)}$$

$$P^{\text{д}}_2 = 3455 \text{ (Н)}$$

Нагрузка пружины, сжатой до соприкосновения витков, равна:

$$P_3 = (H_0 - H_3) \cdot C_{\text{п}} \quad (2.86)$$

$$P^{o_3} = 5832 \text{ (Н)}$$

$$P^{\text{д}}_3 = 3722 \text{ (Н)}$$

Определение напряжений в пружинах [5]

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

Напряжения в цилиндрической пружине, свитой из прутка круглого сечения, для любой нагрузки:

$$t = \frac{8 \cdot k \cdot D_{\text{CP}} \cdot P}{\pi \cdot d^3} \quad (2.87)$$

где P – действующая нагрузка;

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

$$k = 1 + 1,5 \cdot \frac{d_{\text{пр}}}{D_{\text{сп}}} \quad (2.88)$$

$$k^o = 1,16$$

$$k^d = 1,16$$

Касательное напряжение при статической нагрузке:

$$t_{\text{ст}}^o = 510 \text{ (МПа)}$$

$$t_{\text{ст}}^d = 559 \text{ (МПа)}$$

Касательное напряжение при динамической нагрузке

$$t_{\text{д}}^o = 934 \text{ (МПа)}$$

$$t_{\text{д}}^d = 1023 \text{ (МПа)}$$

Касательное напряжение при нагрузке замыкания пружин:

$$t_3^o = 986 \text{ (МПа)}$$

$$t_3^d = 1080 \text{ (МПа)}$$

Предел прочности для стали 60С2Г по ТУ 14-1-530-73 составляет:

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

Условие работоспособности пружин выглядит следующим образом:

$$\frac{t_{\text{MAX}}}{G_s} < 0,85 \quad (2.89)$$

Проверим для основной пружины:

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

Проверим для дополнительной пружины:

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

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

Определение упругой характеристики подвески

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

$$f_{отб} = 75 \text{ (мм)}$$

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

$$f_{сж} = 70 \text{ (мм)}$$

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

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

$$P_{кмаx} = k_d \cdot P_{пк} \quad (2.90)$$

где k_d – коэффицент динамичности, примем $k_d = 1,6$.

$$P_{кмаx} = 5529 \text{ (Н)}$$

Жесткость резиновых буферов:

$$C^{отб}_б = 69,2 \text{ (кг/см)}$$

$$C^{сж}_б = 25,0 \text{ (кг/см)}$$

Упругая характеристика представлена в виде таблицы 2.15, а также в виде графика на рисунке 2.2.

Таблица 2.15 – Упругая характеристика

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

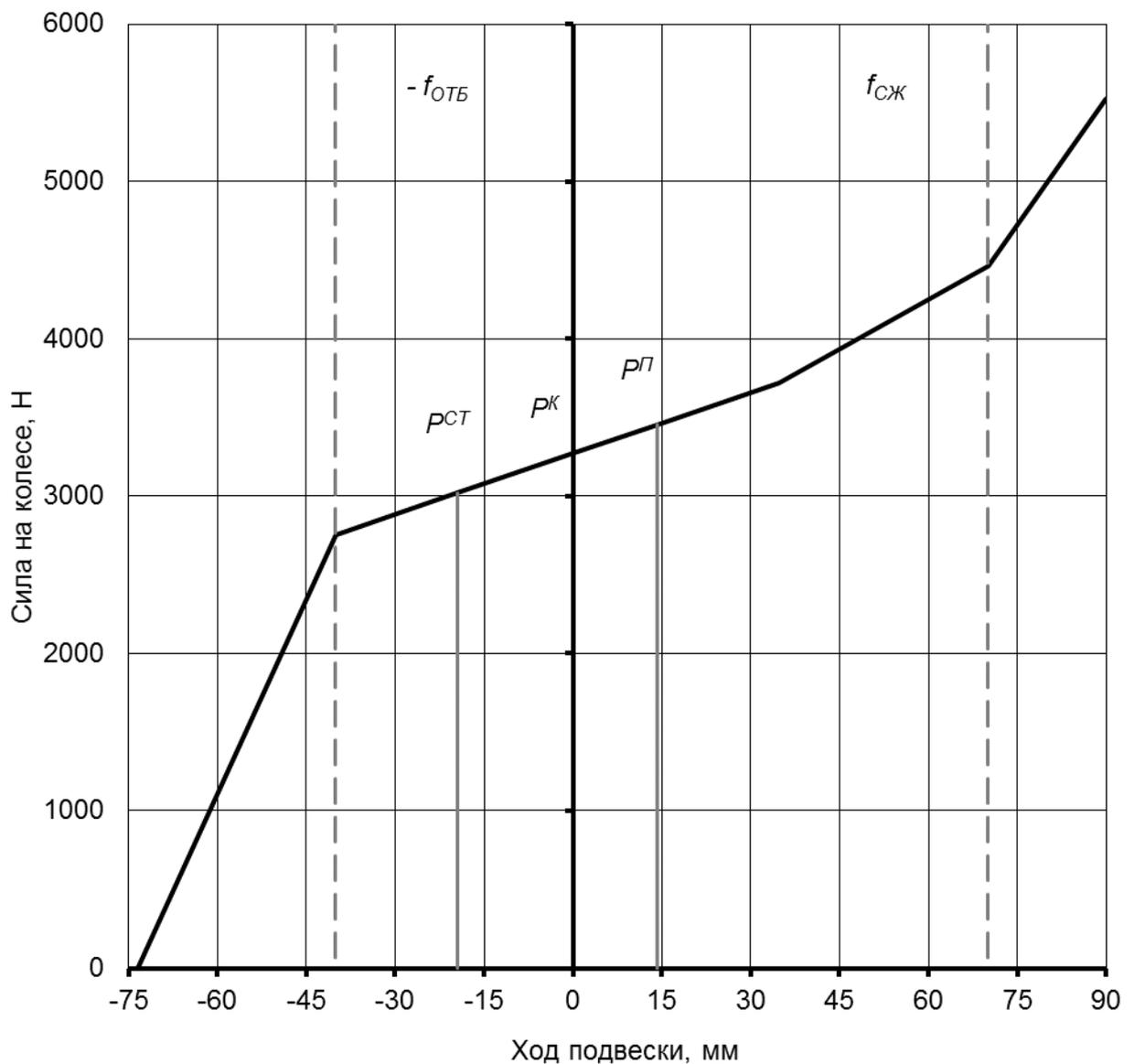


Рисунок 2.2 – Упругая характеристика передней подвески

Расчет угловой жесткости подвески [5]

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

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

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

При Э том подвеска наружного колеса совершает ход сжатия,

внутреннего

колеса – ход отбоя. Нормальная жесткость подвески определяется по формуле:

$$C_N = (C_{отб} + C_{сж}) \cdot i_Y \quad (2.91)$$

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

$$C_Y = 0,25 \cdot B^2 \cdot C_N \quad (2.92)$$

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

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

определяется:

$$\varphi = \frac{m_0 \cdot j_Y \cdot h_g}{C_Y - m_0 \cdot g \cdot h_g} \quad (2.93)$$

h_g – центр крена автомобиля, мм, $h_g = 755 \text{ мм}$

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

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

Следовательно, необходимо увеличить угловую жесткость подвески.

Необходимую дополнительную жесткость подвески найдем из условия равенства крена:

$$C_{Y2} \cdot m_0 \cdot g \cdot h_g + \frac{m_0 \cdot j_Y \cdot h_g}{\varphi} \quad (2.94)$$

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

$$C_{Y2} = 29794 \text{ (Нм/рад)}$$

$$\Delta C_Y = C_{Y2} - C_Y \quad (2.95)$$

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

Дополнительную угловую жесткость можно обеспечить за счет стабилизатора поперечной устойчивости.

Стабилизатор поперечной устойчивости

Стабилизатор поперечной устойчивости относится к стабилизирующим упругим элементам подвески. Предлагаемый стабилизатор имеет такую конструкцию: штанга стабилизатора соединяется с рычагом подвески при помощи короткой стойки, имеющей две головки. В нижнюю головку запрессован резинометаллический шарнир, через который проходит болт крепления стойки к рычагу подвески. В другую головку запрессована резиновая втулка, через которую проходит конец штанги стабилизатора. Средняя (торсионная) часть стабилизатора крепится к лонжеронам кузова двумя кронштейнами, в которых расположены подушки.

Стабилизатор поперечной устойчивости применяется для уменьшения поперечного крена поддресоренной части. Он увеличивает угловую жесткость подвески, уменьшая угол крена поддресоренной части автомобиля при действии на нее боковой силы.

Увеличение угловой жесткости передней или задней подвески сопровождается увеличением динамического перераспределения нагрузки между внутренним и наружным колесами этой оси. А это при неизменном направляющем усилии колес оси будет вызывать увеличение среднего угла увода для колес данной оси.

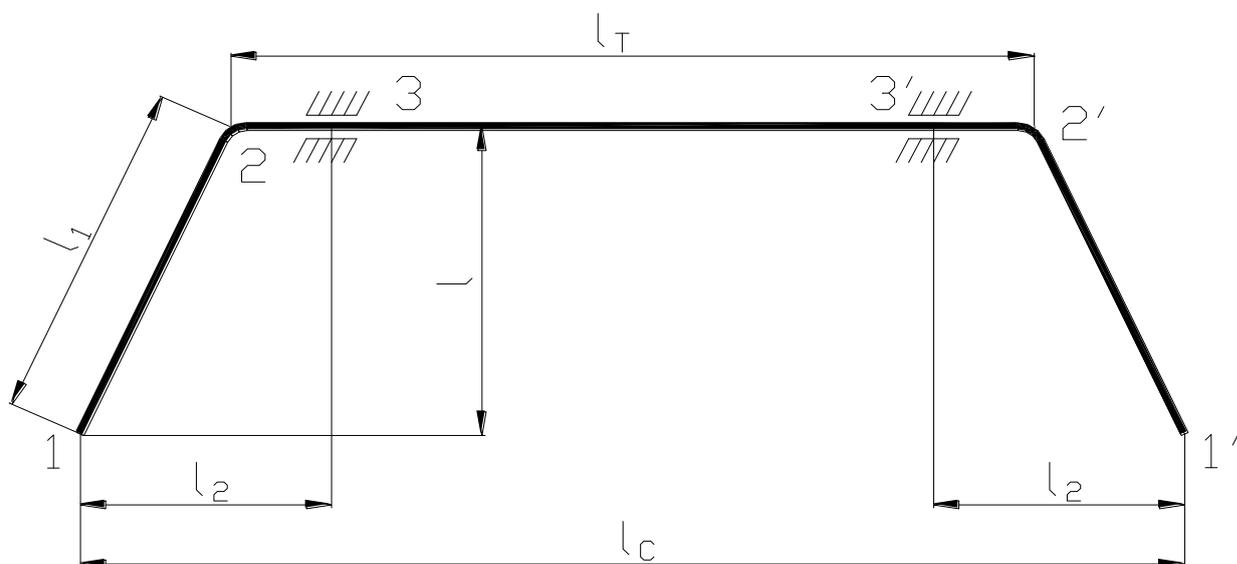


Рисунок 2.3 – Схема стабилизатора поперечной устойчивости [5]

Исходные данные для проведения расчета стабилизатора: Перемещение одного конца стабилизатора относительно другого:

$$f_c = 105 \text{ (мм)}$$

Геометрические параметры стабилизатора, в соответствии с рисунком 2.3:

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

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

Жесткость стабилизатора:

$$C_T = \frac{3 \cdot E \cdot J}{4 \cdot l_T^2 + 2 \cdot l_1^3 + l_2^2 \cdot (l_c - 2 \cdot l_2)}, \quad (2.96)$$

где J – момент инерции,
см⁴.

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad (2.97)$$

$$J = 1,150 \text{ (см}^4\text{)}$$

$$C_T = 24,67 \text{ (кг/см)}$$

Усилие P , приложенное к концам стабилизатора:

$$P_{CT} = C_T \cdot f_c \cdot g \quad (2.98)$$

$$P_{CT} = 2539,9 \text{ (Н)}$$

Наиболее опасное сечение стабилизатора находится в точке 2.

Изгибающий момент в опасном сечении:

$$M_{изг} = P_{CT} \cdot l_1 \quad (2.99)$$

$$M_{изг} = 533,38 \text{ (Нм)}$$

Напряжение изгиба в опасном сечении:

$$\sigma = \frac{M_{изг}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \quad (2.100)$$

$$\sigma = 510,2 \text{ (МПа)}$$

Крутящий момент в опасном сечении:

$$M_{кр} = P_{CT} \cdot l \quad (2.101)$$

$$M_{кр} = 507,98 \text{ (Нм)}$$

Напряжение кручения в опасном сечении:

$$\tau = \frac{M_{KP}}{d^3} \cdot \frac{\pi}{16} \quad (2.102)$$

$$\tau = 243,0 \text{ (МПа)}$$

Приведенные напряжения по 3-й теории прочности:

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

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

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

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

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

Демпфирующая характеристика подвески [5]

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

$$\Psi_{II} = \frac{K_{II}}{2 \cdot \sqrt{C_{II} \cdot m_{II}}} \quad (2.104)$$

где K_{II} – коэффициент сопротивления, приведенный к колесу, учитывающий только гидравлическое сопротивление, кгс/м:

$$K_{II} = \frac{F_A}{V_{II} \cdot i_x^2} \quad (2.105)$$

где V_{II} – скорость поршня амортизатора, м/с;

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

i_x – кинематическое передаточное отношение подвески.

$$V_{II} = \frac{3,14 \cdot S \cdot n_D \cdot II}{60} \quad (2.106)$$

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

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

$$V_{II} = 314 \text{ мм/с}$$

Сила F_A , входящая в расчет коэффицента сопротивления K_{II} , получается из усилия отбоя F_{OTB} , развиваемого амортизатором при ходе отбоя подвески, и возникающего при ходе сжатия усилия сжатия $F_{CЖ}$.

$$F_A \approx \frac{F_{OTB} + F_{CЖ}}{2} \quad (2.107)$$

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

Возьмем соотношение отбой / сжатие: $d = 4$

Тогда:

$$F_{OTB} = 4 \cdot F_{CЖ} \quad (2.108)$$

$$F_A \approx \frac{4 \cdot F_{CЖ} + F_{CЖ}}{2} = \frac{5 \cdot F_{CЖ}}{2} \quad (2.109)$$

Усилие на ходе сжатия амортизатора:

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

$$i_X = 1 \sqrt{tg^2(\delta_0 - \alpha) + tg^2(\varepsilon)}, \quad (2.110)$$

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

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

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

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

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

Важную роль для обеспечения колебаний колес без отрыва от дороги играет величина относительного демпфирования колебаний колеса.

$$\Psi_K = \frac{K_{II} + K_K}{2 \cdot \sqrt{(C_{II} + C_K \cdot K_F) \cdot m_K}}, \quad (2.111)$$

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

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

K_F – коэф ффициент увеличения жесткости колеса, зависит от материала корда в брекере, $K_F = 1,05$.

$$\Psi_K = 0,26$$

3 Безопасность и экологичность объекта

3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Сборку модернизированной передней подвески предполагается разместить на территории ПАО АвтоВАЗ г. Тольятти. Сборочный участок, план которого представлен на рисунке б.1, являет собой поточную линию с подвесным конвейером и сборочными стендами.

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

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

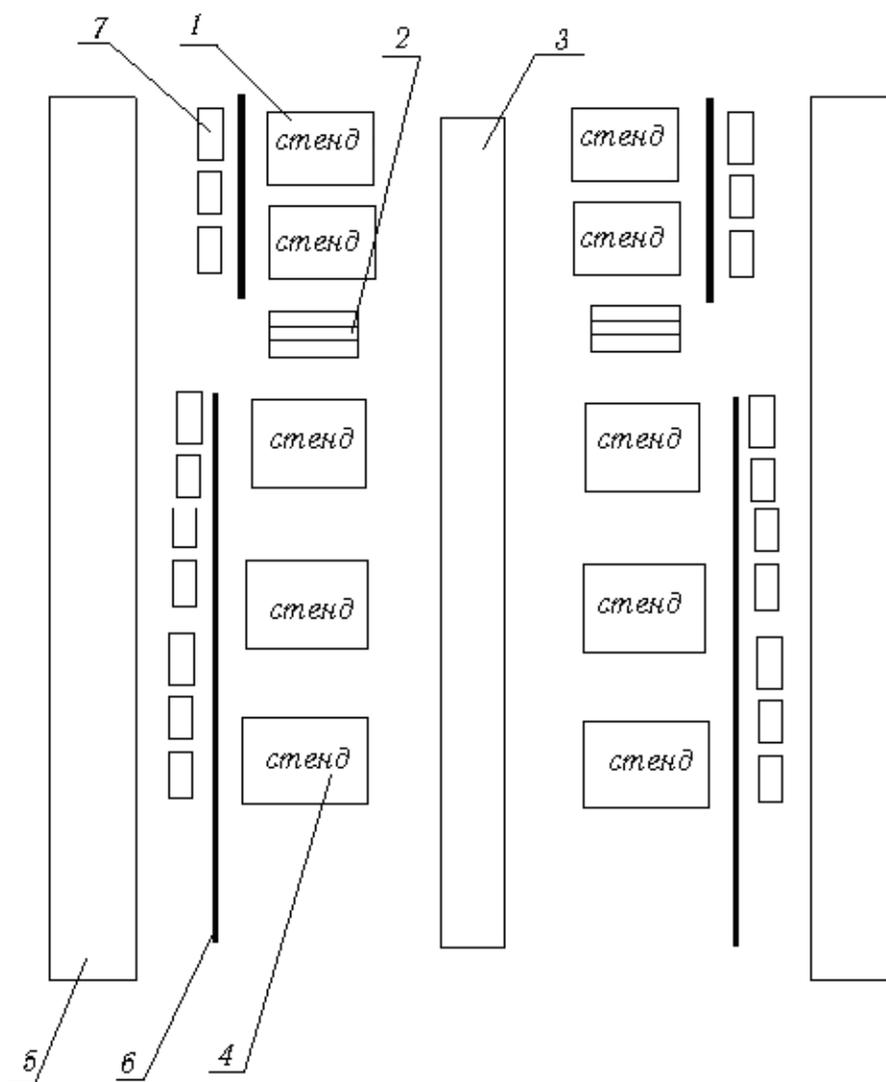
Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Список оборудования

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

Продолжение таблицы 3.1

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



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

Рисунок 3.1 – План участка сборки

4 Экономическая эффективность дипломного проекта

4.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Таблица 4.1 - Исходные данные

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

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (4.1)$$

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, %.

Таблица 4.2 - Расчет затрат на сырье и материалы [8]

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

$$M = 767,18 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле: [8]

$$\Sigma\Pi_i = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100 \quad (4.2)$$

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

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

Таблица 4.3 - Покупные изделия [8]

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

$$\Pi_i = 8548,56 \text{ руб.}$$

"Основная заработная плата производственных рабочих"

$$Z_o = Z_t (1 + K_{прем} / 100) \quad (4.3)$$

где Z_t – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$Z_m = C_p \cdot i \cdot T_i \quad [8] \quad (4.4)$$

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 4.4 - Расчет затрат на выполнение операций

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

$$Z_o = 726,74 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (4.5)$$

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

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

Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС"

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (4.6)$$

где $E_{соц.н.}$ - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %

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

$$C_{сод.обор.} = Z_o \cdot E_{обор.} / 100 \quad (4.7)$$

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

$$C_{\text{сод.обор.}} = 726,74 \cdot 1,94 = 1409,87 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех.}} / 100 \quad (4.8)$$

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

$$C_{\text{цех}} = 726,74 \cdot 1,72 = 1249,99 \text{ руб.}$$

Расходы на инструмент и оснастку

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (4.9)$$

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

$$C_{\text{инстр.}} = 726,74 \cdot 0,03 = 21,80 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (4.10)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 767,18 + 8548,56 + 726,74 + 248,54 + 101,74 + 1409,87 + 1249,99 + 21,80 = 13074,42 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (4.11)$$

где $E_{\text{обзав.}}$ - коэффициент общезаводских расходов, %

$$C_{\text{обзав.}} = 726,74 \cdot 1,97 = 1431,67 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (4.12)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1431,67 + 13074,42 = 14506,09 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (4.13)$$

где $E_{\text{ком.}}$ - коэффициент коммерческих расходов

$$C_{\text{ком.}} = 14506,09 \cdot 0,0029 = 42,07 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$Сполн.с.с. = Соб.зав.с.с. + Ском. \quad (4.14)$$

$$Сполн.с.с. = 14506,09 + 42,07 = 14548,15 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

$$Цотп.б. = Сполн.с.с. \cdot (1 + Крент/100) \quad (4.15)$$

где *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %

$$Цотп.б. = 14548,15 \cdot (1 + 0,3) = 18912,60 \text{ руб.}$$

Таблица 4.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

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

4.2 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат:

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{дон} + С_{соц.н.} \quad (4.16)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{дон} + С_{соц.н.} \quad (4.17)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 843,89 + 8548,56 + 726,74 + 101,74 + 248,54 = \\ &= 10469,48 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 767,18 + 8548,56 + 726,74 + 101,74 + 248,54 = \\ &= 10392,76 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (4.18)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (4.19)$$

где $V_{год}$ - объём производства

$$З_{перем.б.} = 10469,48 \cdot 150000 = 1570421953,99 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 10392,7 \cdot 150000 = 1558914299,74 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (4.20)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (4.21)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1409,87 + 21,80 + 1249,99 + 1431,67 + 42,29 = \\ &= 4155,62 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1409,87 + 21,80 + 1249,99 + 1431,67 + 42,07 = \\ &= 4155,39 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (4.22)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (4.23)$$

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

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

Определение амортизационных отчислений:

$$А_{м.уд.} = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot H_A / 100 \quad (4.24)$$

где H_A - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

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

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$С_{полн.год.пр.} = С_{полн.с.с.} \cdot V_{год} \quad (4.25)$$

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

Расчет выручки от реализации изделия:

$$В_{ыручка} = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{год} \quad (4.26)$$

$$В_{ыручка} = 19012,62 \cdot 150000 = 2851893480,48 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$Д_{марж.} = В_{ыручка} - З_{перем.пр.} \quad (4.27)$$

$$Д_{марж.} = 2851893480,48 - 1558914299,74 = 1292979180,73 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$А_{крит.} = З_{пост.пр.} / (Ц_{отп.пр.} - З_{перем.уд.пр.}) \quad (4.28)$$

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

$$А_{крит.} = 72315 \text{ руб.}$$

График точки безубыточности

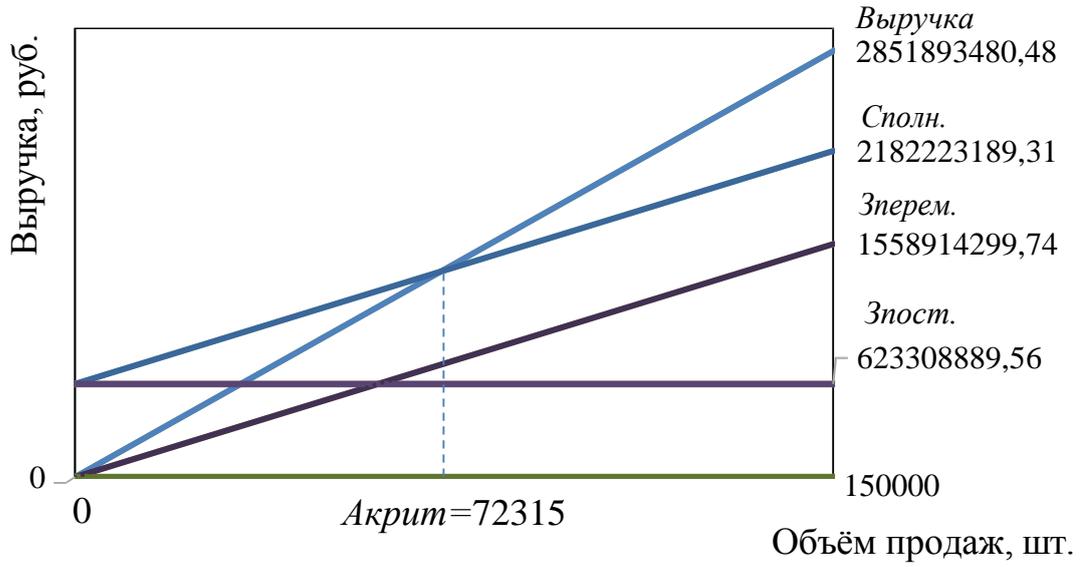


Рисунок 4.1 - График точки безубыточности

4.3 Расчет коммерческой эффективности проекта [8]

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (4.29)$$

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.

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

Объем продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (4.30)$$

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

$$V_{\text{прод.}1} = 72315 + 1 \cdot 15537 = 87852 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 72315 + 2 \cdot 15537 = 103389 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 72315 + 3 \cdot 15537 = 118926 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 72315 + 4 \cdot 15537 = 134463 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 72315 + 5 \cdot 15537 = 150000 \text{ шт.}$$

Выручка по годам:

$$\text{Выручка.}i = \text{Цотп.} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (4.31)$$

$$\text{Выручка.}1 = 19012,62 \cdot 87852 = 1670296973,65 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}2 = 19012,62 \cdot 103389 = 1965696100,35 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}3 = 19012,62 \cdot 118926 = 2261095227,06 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}4 = 19012,62 \cdot 134463 = 2556494353,77 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}5 = 19012,62 \cdot 150000 = 2851893480,48 \text{ руб.}$$

Переменные затраты

для базового варианта:

$$З_{перем.б.i} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{прод.i} \quad (4.32)$$

$$З_{перем.б.1} = 10469,48 \cdot 87852 = 919764730,01 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.2} = 10469,48 \cdot 103389 = 1082429036,01 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.3} = 10469,48 \cdot 118926 = 1245093342,00 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.4} = 10469,48 \cdot 134463 = 1407757648,00 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.5} = 10469,48 \cdot 150000 = 1570421953,99 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$З_{перем.пр.i} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{прод.i} \quad (4.33)$$

$$З_{перем.пр.1} = 10392,76 \cdot 87852 = 913024927,07 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.2} = 10392,76 \cdot 103389 = 1074497270,24 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.3} = 10392,76 \cdot 118926 = 1235969613,41 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.4} = 10392,76 \cdot 134463 = 1397441956,58 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.5} = 10392,76 \cdot 150000 = 1558914299,74 \text{ руб.}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{год} \quad (4.34)$$

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

Полная себестоимость

для базового варианта:

$$С_{полн.б.i} = З_{перем.б.i} + З_{пост.б} \quad (4.35)$$

$$С_{полн.б.1} = 919764730,01 + 623342261,76 = 1543106991,77 \text{ руб.}$$

$$С_{полн.б.2} = 1082429036,01 + 623342261,76 = 1705771297,77 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.3} = 1245093342,00 + 623342261,76 = 1868435603,76 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 1407757648,00 + 623342261,76 = 2031099909,76 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 1570421953,99 + 623342261,76 = 2193764215,75 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (4.36)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 913024927,07 + 623308889,56 = 1536333816,64 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 1074497270,24 + 623308889,56 = 1697806159,81 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 1235969613,41 + 623308889,56 = 1859278502,97 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 1397441956,58 + 623308889,56 = 2020750846,14 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 1558914299,74 + 623308889,56 = 2182223189,31 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (4.37)$$

$$\text{Пр.обл.1} = (1670296973,65 - 1536333816,64) - (1670296973,65 - 1543106991,77) = 6773175,14 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = (1965696100,35 - 1697806159,81) - (1965696100,35 - 1705771297,77) = 7965137,96 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = (2261095227,06 - 1859278502,97) - (2261095227,06 - 1868435603,76) = 9157100,79 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = (2556494353,77 - 2020750846,14) - (2556494353,77 - 2031099909,76) = 10349063,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = (2851893480,48 - 2182223189,31) - (2851893480,48 - 2193764215,75) = 11541026,44 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (4.38)$$

$$\text{Нпр.1} = 6773175,14 \cdot 0,20 = 1354635,03 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 7965137,96 \cdot 0,20 = 1593027,59 \text{ руб.}$$

$$Нпр.3 = 9157100,79 \cdot 0,20 = 1831420,16 \text{ руб.}$$

$$Нпр.4 = 10349063,62 \cdot 0,20 = 2069812,72 \text{ руб.}$$

$$Нпр.5 = 11541026,44 \cdot 0,20 = 2308205,29 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$Пр.ч.i = Пр.обл.i - Нпр.i \quad (4.39)$$

$$Пр.ч.1 = 6773175,14 - 1354635,03 = 5418540,11 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.2 = 7965137,96 - 1593027,59 = 6372110,37 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.3 = 9157100,79 - 1831420,16 = 7325680,63 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.4 = 10349063,62 - 2069812,72 = 8279250,89 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.5 = 11541026,44 - 2308205,29 = 9232821,15 \text{ руб.}$$

Расчет экономии

$$Пр.ож.д. = Цотн. \cdot Д2/Д1 - Цотн. \quad (4.40)$$

где $Д1$ и $Д2$ - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту

$$Д1 = 100000 \text{ циклов}$$

$$Д2 = 140000 \text{ циклов}$$

$$Пр.ож.д. = 19012,62 \cdot 140000 / 100000 - 19012,62 = 7605,05 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$ЧДi = Пр.ч.i + Ам + Пр.ож.д. \cdot Vпрод.i \quad (4.41)$$

$$ЧД1 = 5418540,11 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 87852 = 699307383,02 \text{ руб}$$

$$ЧД2 = 6372110,37 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 103389 = 818420603,97 \text{ руб}$$

$$ЧД3 = 7325680,63 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 118926 = 937533824,91 \text{ руб}$$

$$ЧД4 = 8279250,89 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 134463 = 1056647045,85 \text{ руб}$$

$$ЧД5 = 9232821,15 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 150000 = 1175760266,80 \text{ руб}$$

Дисконтирование денежного потока. [8]

$$\alpha_{it} = 1/(1 + Ecm.i)^t \quad (4.42)$$

где $Ecm.i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов

$$Ecm. = 10 \%$$

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

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (4.43)$$

$$ДСП_1 = 699307383,02 \cdot 0,909 = 635670411,17 \text{ руб.}$$

$$ДСП_2 = 818420603,97 \cdot 0,826 = 676015418,88 \text{ руб.}$$

$$ДСП_3 = 937533824,91 \cdot 0,751 = 704087902,51 \text{ руб.}$$

$$ДСП_4 = 1056647045,85 \cdot 0,863 = 911886400,57 \text{ руб.}$$

$$ДСП_5 = 1175760266,80 \cdot 0,621 = 730147125,68 \text{ руб.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (4.44)$$

$$\begin{aligned} \Sigma ДСП = & 635670411,17 + 676015418,88 + 704087902,51 + \\ & + 911886400,57 + 730147125,68 = 3657807258,80 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (4.45)$$

где $K_{инв}$. – коэффициент капиталобразующих инвестиций.

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

Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (4.46)$$

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

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$ID = ЧДД / J_0 \quad (4.47)$$

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

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (4.48)$$

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

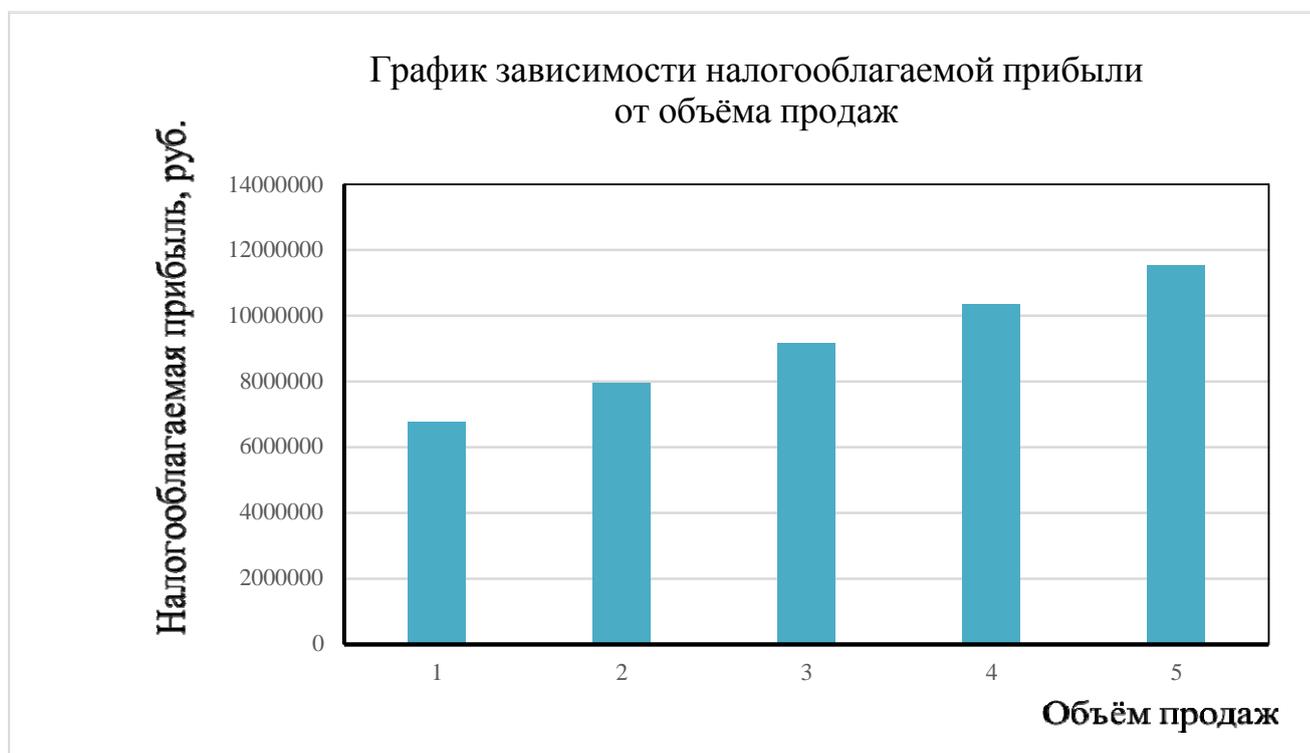


Рисунок 4.2 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

Выводы и рекомендации

В результате проведения совокупности конструкторских мероприятий увеличился ресурс проектируемого узла автомобиля при одновременном положительном экономическом эффекте $ID = 1,62$.

При расчете экономических показателей по внедрению проектного узла автомобиля в массовое производство было определено, что себестоимость проектного варианта ниже, чем себестоимость для базового варианта, и в результате увеличения ресурса проектной конструкции ожидается увеличение продаж, что является положительным экономическим показателем. Для этого произведен расчет на общественную эффективность проекта и была вычислена ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Чистый дисконтированный доход от внедрения модернизированного узла автомобиля составляет 2263348381,57 рублей.

Срок окупаемости данного проекта равен 0,62 года, что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.

Таблица 4.6 - Показатели коммерческой эффективности проекта [8]

Наименование	Годы					
	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Объем продаж		87852	103389	118926	134463	150000
Отпускная цена за		19012,62				
Выручка.н.		1670297	1965696	2261095	2556494	2851893
Переменные		919765	1082429	1245093	1407758	1570422
Зперем.н.		913025	1074497	1235970	1397442	1558914
Амортизация, Ам		25770				
Постоянные		623342				
Зпост.н.		623309				
Полная		1543107	1705771	1868436	2031100	2193764
Спол.н.		1536334	1697806	1859279	2020751	2182223
Налогооблагаемая		127190	259925	392660	525394	658129
Налогооблагаемая		133963	267890	401817	535744	669670
Налог на прибыль,		25438	51985	78532	105079	131626
Налог на прибыль,		26793	53578	80363	107149	133934
Прибыль чистая, б		101752	207940	314128	420316	526503
Прибыль чистая, н		107171	214312	321453	428595	535736
Чистый поток		699307	818421	937534	1056647	1175760
Козф дисконтир		0,909	0,826	0,751	0,863	0,621
Чистый		635670	676015	704088	911886	730147
Капиталообразую	1394459					
Суммарный чистый		2263348				
Индекс		1,62				
Срок окупаемости		0,62				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом этого проекта стала модернизация автомобиля Lada Vesta Cross. Задачей дипломного проекта является трансформация конструкции передней подвески автомобиля Lada Vista Cross с целью повышения плавности автомобиля и возможности регулирования упругих свойств подвески.

В то же время было решено, что оптимальным вариантом для необходимой модернизации является замена серийных конических подвесных пружин двумя цилиндрическими подвесными пружинами, одна из которых имеет низкую жесткость, что позволяет обеспечить высокую плавность движения по дорогам хорошего качества при движении по городским районам. Также в конструкции подвеса, путем изменять положение поддержки более низкой части внешней подвеса для того чтобы рассмотреть возможность регулировать зазор согласно работая условиям корабля. В проектной части дипломного проекта выполнен расчет тяги автомобиля Lada Vesta Cross. Кроме того, были проведены расчеты для определения упругих свойств подвески, расчета прочности пружины и расчета стабилизатора поперечной устойчивости.

Результатом расчета является подтверждение предварительной загрузки выбранной конструкции. Предлагаемый проект соответствует современному состоянию и перспективам развития научно-технической сферы автомобильной промышленности.

В общем, агрегат считается с обеих сторон модернизированным в большой подвеске, и мы можем сделать вывод о его полном соответствии требованиям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
2. 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.
3. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
4. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
5. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Егоров, А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - Тольятти 1988. - 35 с.
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. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
12. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
13. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение,1972.–233 с.

14. Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
15. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
17. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
19. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан;. - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
20. Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин;. - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. - International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.
22. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. - 37s.
23. Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.
24. Dainius, Luneckas. Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Luneckas, Dainius. Bartulis, Vilius;. - Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
25. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчета

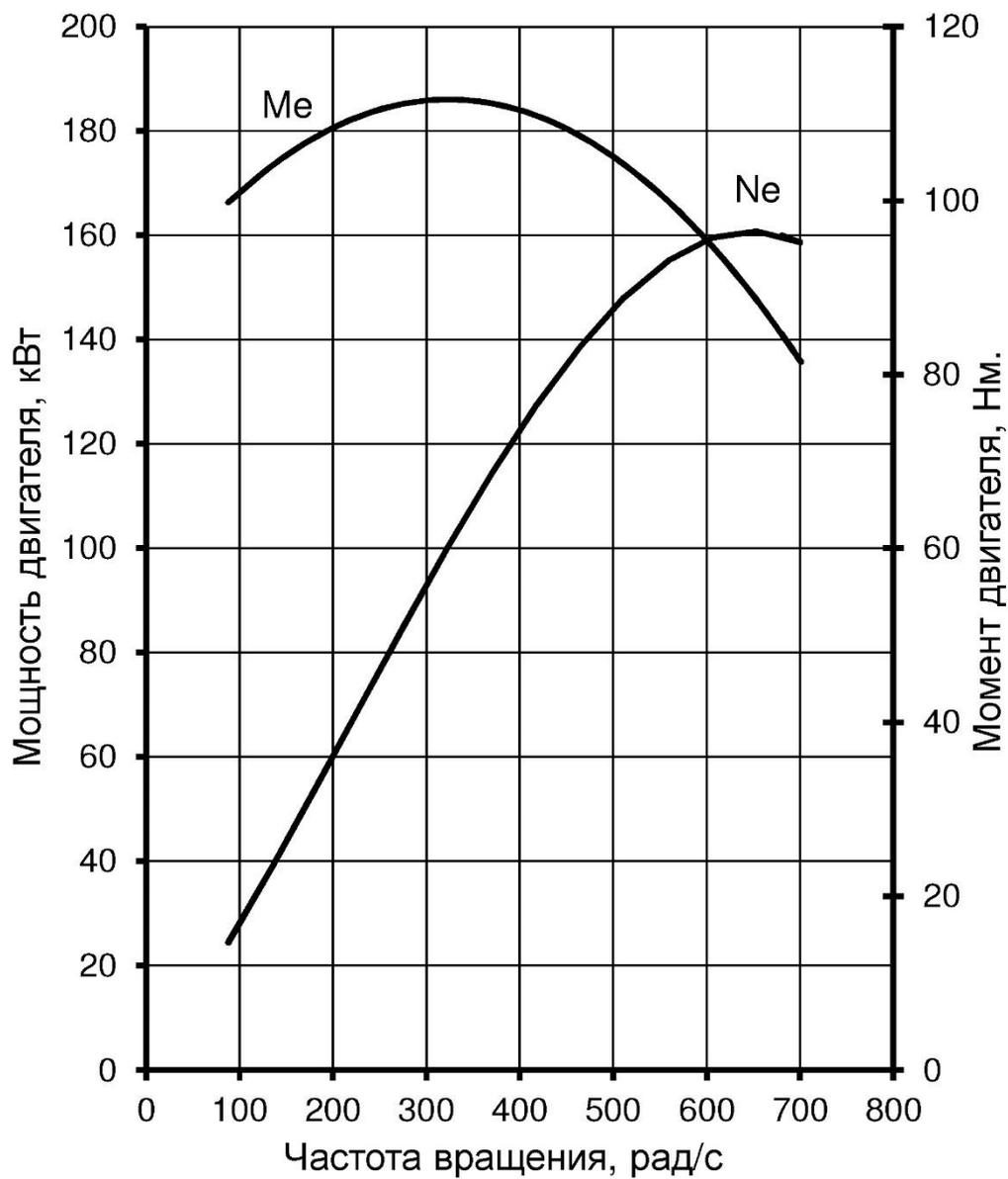


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

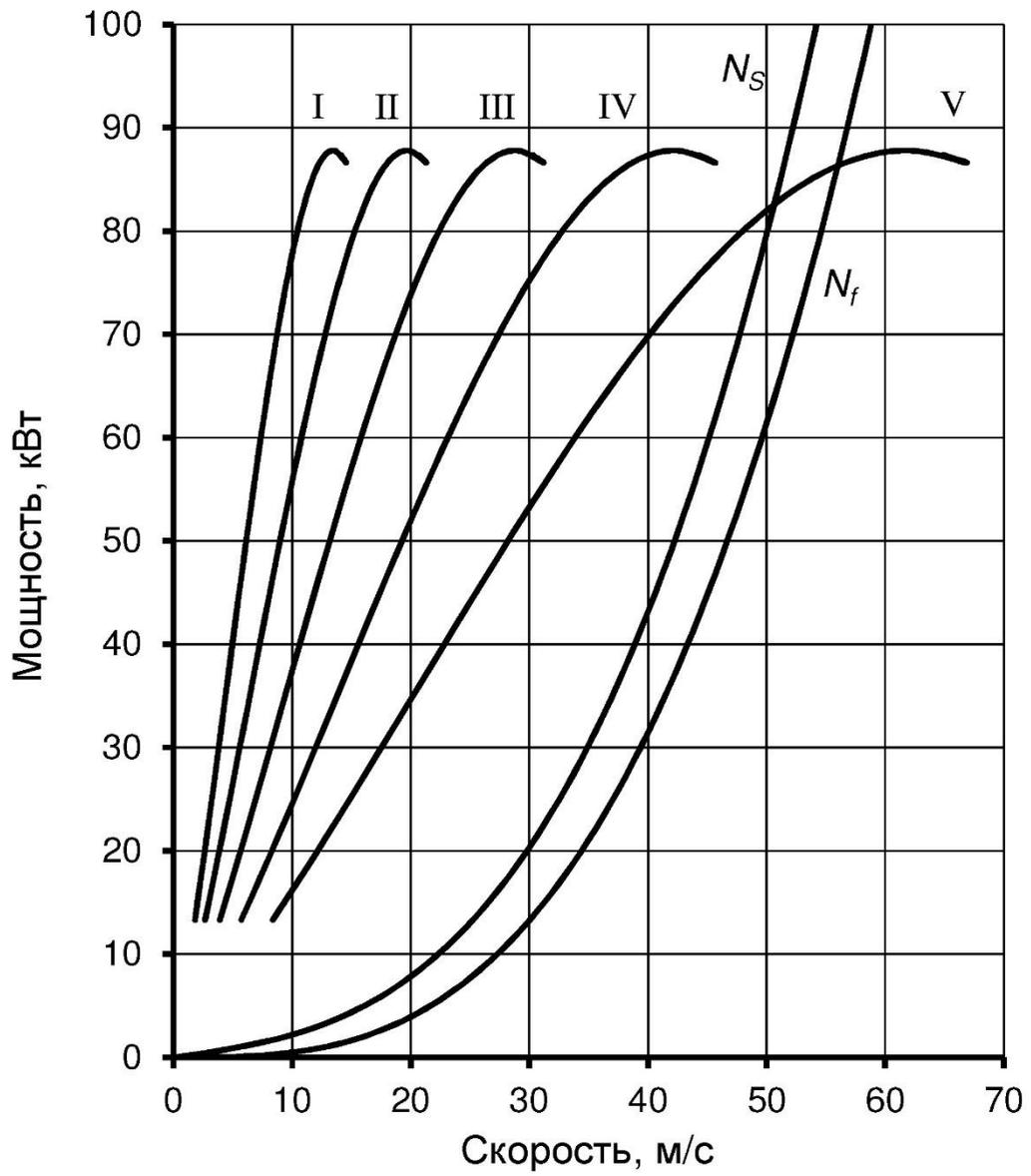


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

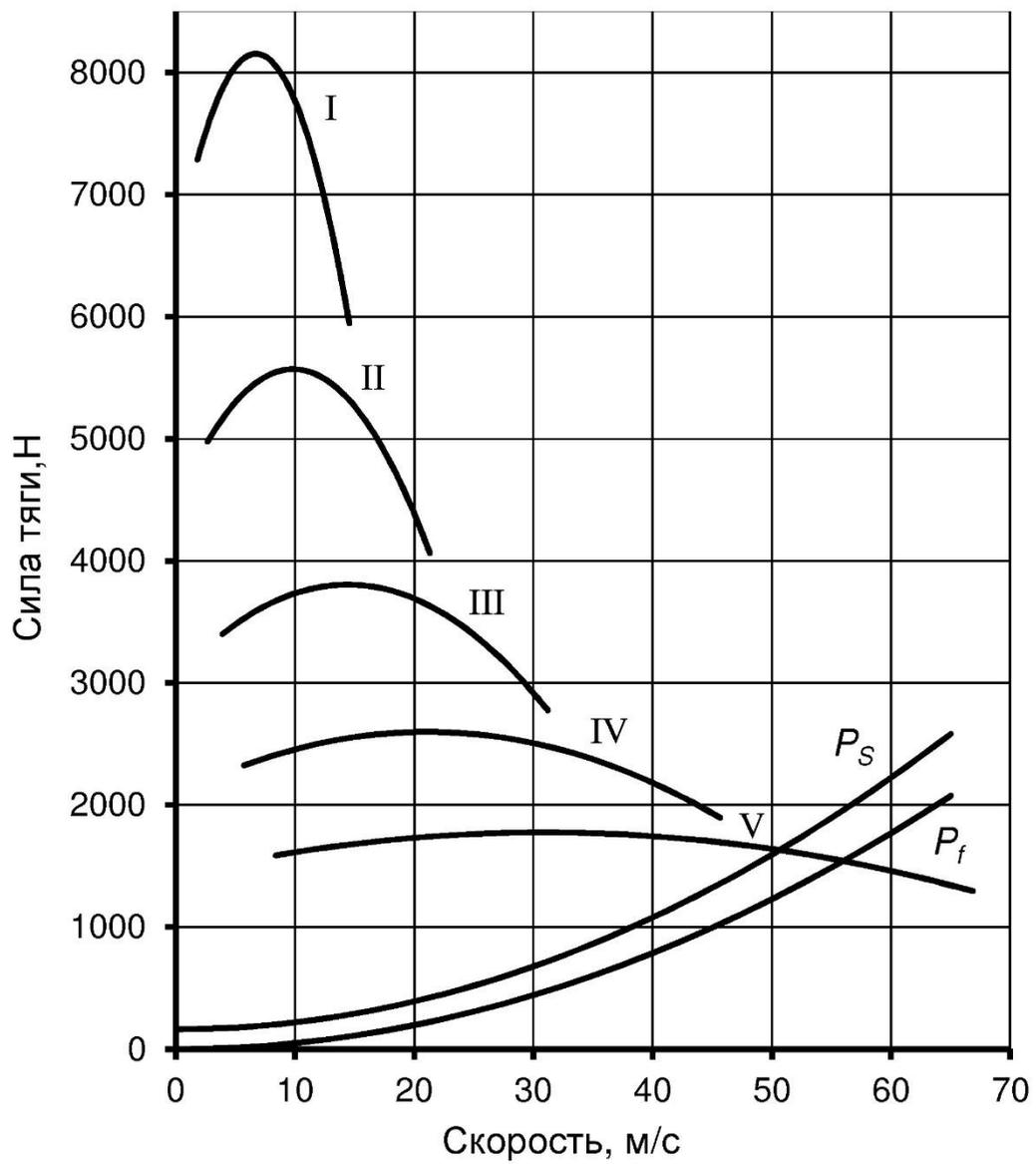


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

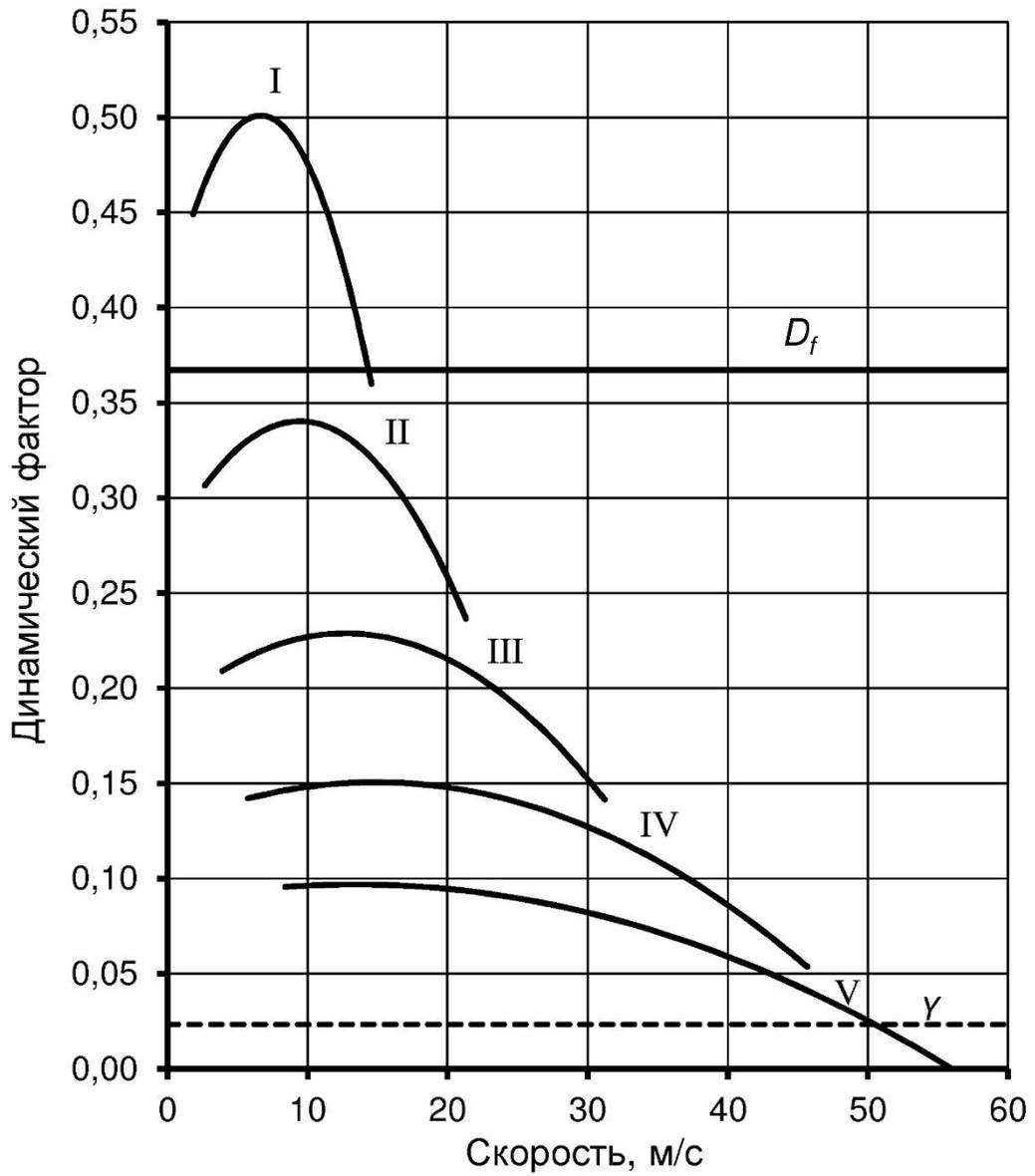


Рисунок А.4 – Динамический баланс

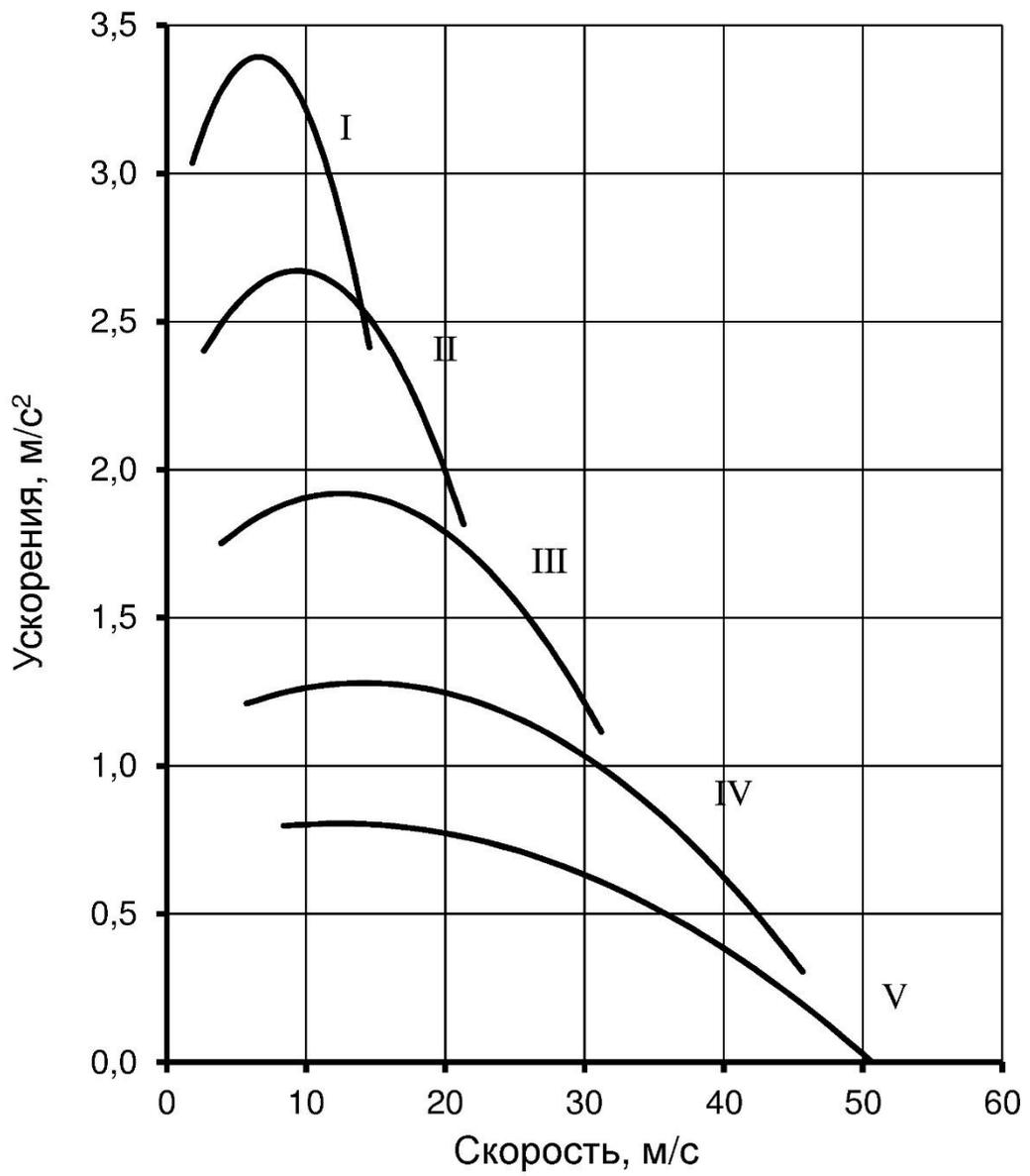


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

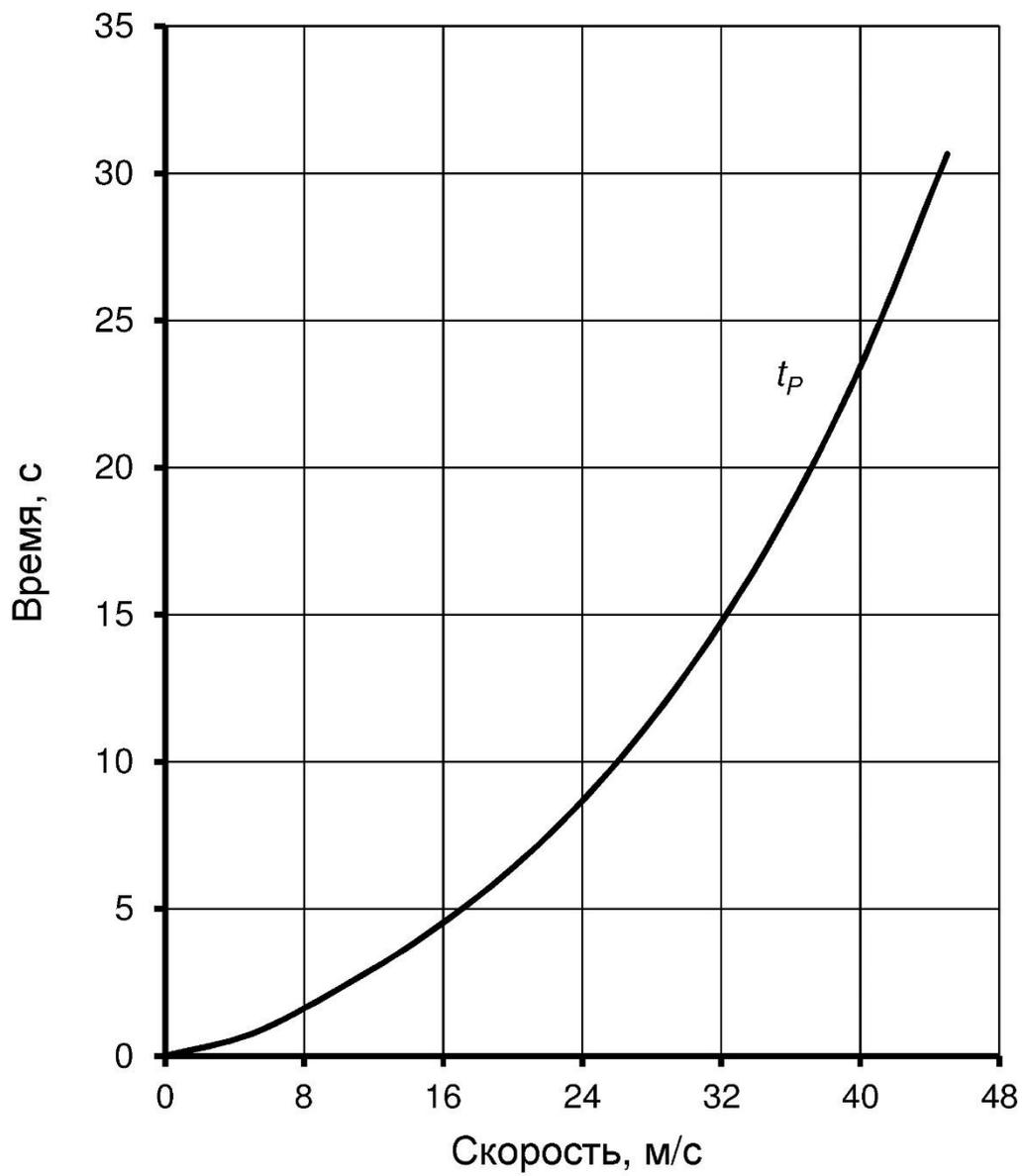


Рисунок А.6 – Время разгона

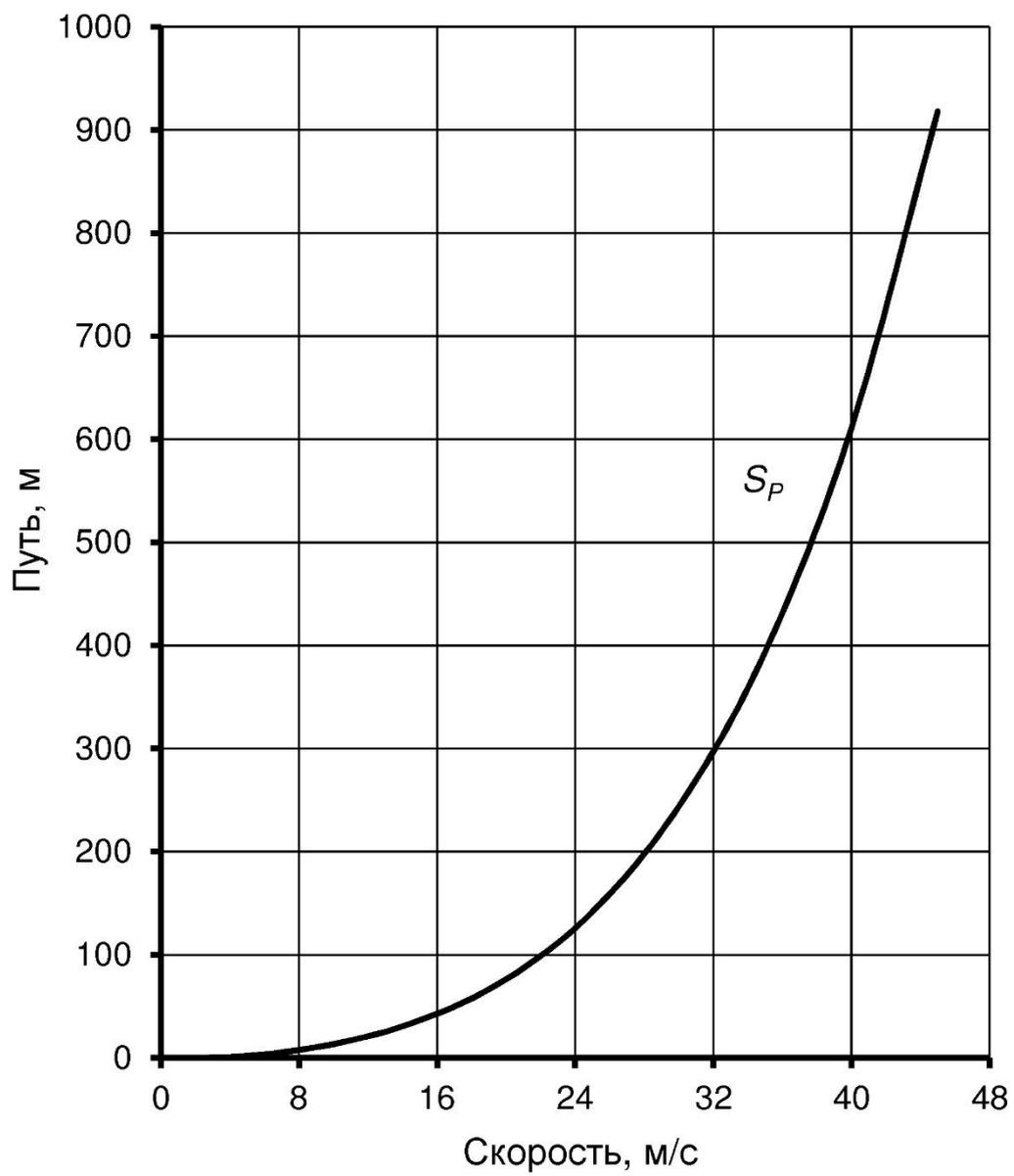


Рисунок А.7 – Путь разгона

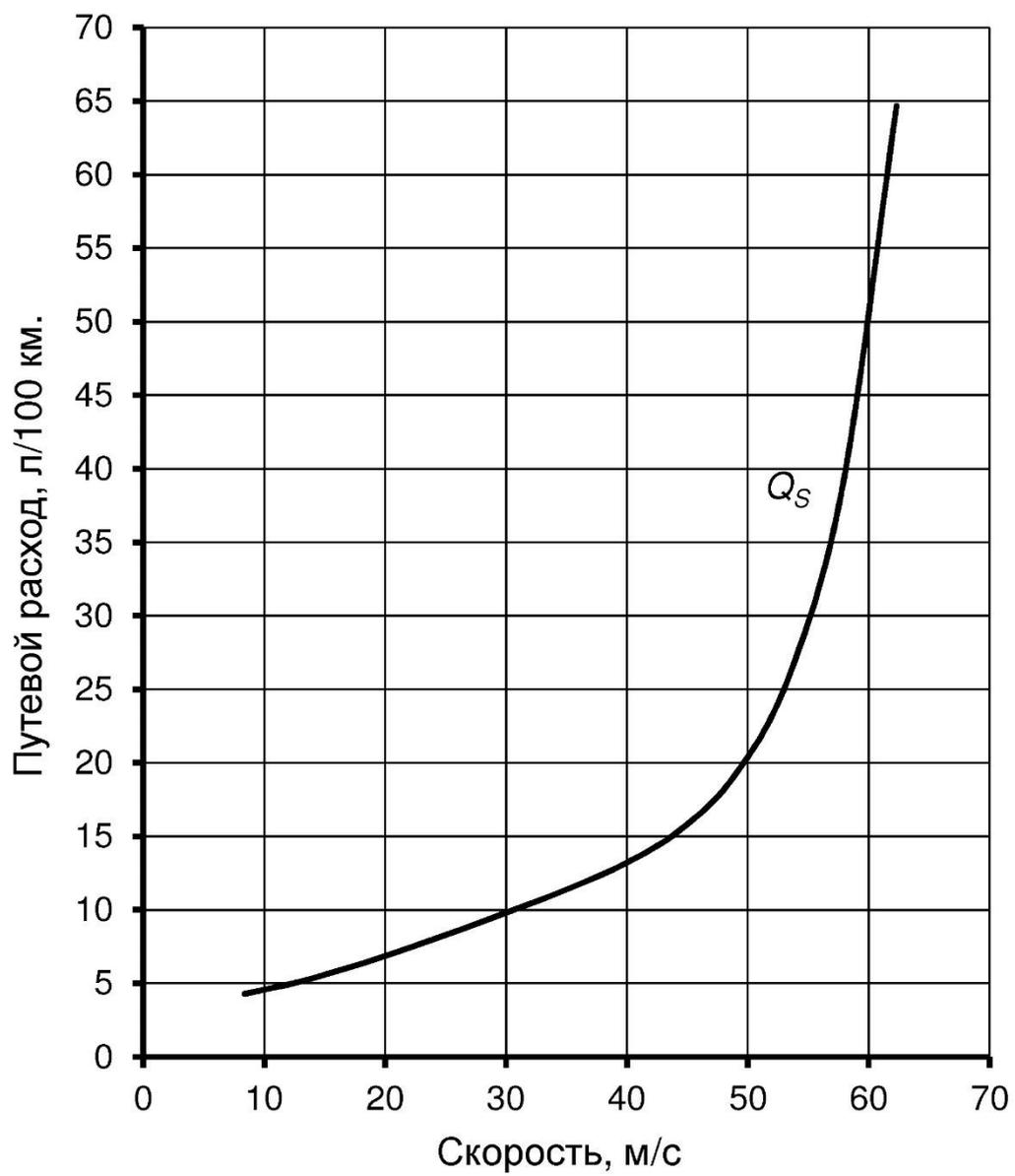


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Общие требования по охране труда

16 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.[16]

17 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.[16]

18 В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"[16] 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. [16]

19 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. [16]

20 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. [16]

21 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"[16]

22 Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. [16]

23 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. [16]

24 [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. [16]

25 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. [16]

Термины и определения [16]

26 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. [16]

27 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. [16]

28 Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже. [16]

29 Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. [16]

30 Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. [16]

31 Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в $^{\circ}\text{C}$. [16]

Общие требования и показатели микроклимата

32 Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. [16]

33 Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

34 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. [16]

Оптимальные условия микроклимата

35 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. [16]

36 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. [16]

37 Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. [16]

38 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. [16]

39 Деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.[16]

Под окружающей средой понимается совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.[16]

Компонентами природной среды являются земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.[16]

Под природным объектом понимается естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства, под природно-антропогенным объектом - природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение, а под антропогенным объектом - объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.[16]

Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности являются:

- 1) земли, недра, почвы;
- 2) поверхностные и подземные воды;

3) леса и иная растительность, животные и другие организмы и их генетический фонд;

4) атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство[16]

В первоочередном порядке охране подлежат естественные экологические системы, природные ландшафты и природные комплексы, не подвергшиеся антропогенному воздействию. Особой охране подлежат объекты, включенные в Список всемирного культурного наследия и Список всемирного природного наследия, государственные природные заповедники, в том числе биосферные, государственные природные заказники, памятники природы, национальные, природные и дендрологические парки, ботанические сады, лечебно-оздоровительные местности и курорты, иные природные комплексы, исконная среда обитания, места традиционного проживания и хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации, объекты, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение, континентальный шельф и исключительная экономическая зона Российской Федерации, а также редкие или находящиеся под угрозой исчезновения почвы, леса и иная растительность, животные и другие организмы и места их обитания.[16]

В систему мер по охране окружающей среды входят:

1) нормирование в области охраны окружающей среды - установление нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов, а также государственных стандартов и иных нормативных документов в указанной сфере;

2) экологический мониторинг - комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений ее состояния под воздействием природных и антропогенных факторов;

3) экологический контроль - система мер, направленных на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в

области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды;

4) экологический аудит - независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности;

5) иные меры, предусмотренные законодательством Российской Федерации об охране окружающей среды[16]

Система обеспечения безопасности, сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Принято понимать охрану труда в широком и узком смыслах. В широком смысле это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. [Ст.209 Трудового кодекса РФ](#) определяет охрану труда как систему мероприятий, направленную на сохранение жизни и здоровья работников. В узком смысле охрана труда представляет собой комплекс мер по каждому из ее направлений — правовому, экономическому, организационно-техническому и другим, хотя только всесторонняя охрана труда может обеспечить здоровые и безопасные условия труда. В трудовом праве охрана труда в узком смысле понимается как один из принципов трудового права; правовой институт; субъективное право работника на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены в конкретном трудовом правоотношении.[16]

40 Система мер, осуществляемых органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, юридическими и

физическими лицами в целях улучшения качества атмосферного воздуха и предотвращения его вредного воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду. Под атмосферным воздухом понимается жизненно важный компонент окружающей природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений. В целях определения критериев безопасности и (или) безвредности воздействия химических, физических и биологических факторов на людей, растения и животных, особо охраняемые природные территории и объекты, а также в целях оценки состояния атмосферного воздуха устанавливаются гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха и предельно допустимые уровни физических воздействий на него. Выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух допускается на основании разрешений, которые выдаются органами исполнительной власти в области охраны окружающей среды. Указанным разрешением устанавливаются предельно допустимые выбросы и другие условия, которые обеспечивают охрану атмосферного воздуха. Вредные физические воздействия на атмосферный воздух, допускаются на основании разрешений, выданных в порядке, определенном Правительством Российской Федерации. При отсутствии разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на атмосферный воздух, а также при нарушении условий, предусмотренных данными разрешениями, выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на него могут быть ограничены, приостановлены или прекращены в порядке, установленном законодательством Российской Федерации. Юридические лица, имеющие источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и источники вредных физических воздействий на атмосферный воздух, а также количество и состав выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, виды и размеры вредных физических воздействий на него подлежат государственному учету в порядке, определенном Правительством Российской Федерации[16]

Система мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов ([п.17 ст.1 Водного кодекса РФ](#)). Требования по охране водных объектов установлены водным законодательством ([ст.55 – 67 Водного кодекса РФ](#) и др.), законодательством об охране окружающей среды, об использовании и охране водных биологических ресурсов, законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения и иным законодательством Российской Федерации. За невыполнение требований об охране водных объектов водопользователи несут административную или уголовную ответственность. Вред, причиненный водному объекту в результате нарушения требований по его охране, подлежит возмещению в соответствии с водным законодательством.[16]

Деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц, направленная на сохранение земли как важнейшего компонента природной среды. Целями охраны земли являются предотвращение деградации, загрязнения, захламления, нарушения земель, других негативных воздействий хозяйственной деятельности, а также улучшение и восстановление земель, подвергшихся негативным воздействиям.[16]

Органы государственной власти, органы местного самоуправления разрабатывают, утверждают и обеспечивают выполнение федеральных, региональных и местных программ охраны земель; устанавливают экологические нормативы и санитарные правила и нормативы; осуществляют государственный и муниципальный земельный контроль, иные предусмотренные законодательством меры по обеспечению охраны земель.[16]

Собственники земельных участков, землевладельцы, землепользователи, арендаторы земельных участков обязаны проводить мероприятия по сохранению плодородия почв, защите земель от негативных воздействий природного и антропогенного характера; рекультивации нарушенных земель и пр.[16]

Деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления, граждан и юридических лиц, направленная на охрану лесов от

пожаров, от загрязнения (в том числе радиоактивными веществами) и от иного негативного воздействия. Нарушение правил охраны лесов (их загрязнение сточными водами, химическими, радиоактивными и другими вредными веществами, отходами производства и потребления, иное негативное воздействие на леса), а также нарушение правил пожарной безопасности в лесах является основанием для применения мер административной ответственности ([ст. 8.31, 8.32 Кодекса РФ об административных правонарушениях](#)). Уголовная ответственность предусмотрена за уничтожение или повреждение лесных насаждений в результате неосторожного обращения с огнем или иными источниками повышенной опасности либо в результате путем поджога, а также загрязнения или иного негативного воздействия ([ст. 261 Уголовного кодекса РФ](#)).[16]

Лица, в результате противоправных действий которых был причинен вред лесам, обязаны возместить его в полном объеме в соответствии с законодательством.[16]

1.1. Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций (далее - Порядок) разработан для обеспечения профилактических мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний и устанавливает общие положения обязательного обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда всех работников, в том числе руководителей.[16]

1.2. Порядок обязателен для исполнения федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, работодателями организаций независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, работодателями - физическими лицами, а также работниками, заключившими трудовой договор с работодателем.[16]

1.3. На основе Порядка федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления могут устанавливать дополнительные требования к организации и проведению обучения по охране труда и проверки знаний

требований охраны труда работников подведомственных им организаций, не противоречащие требованиям Порядка.[16]

1.4. Порядок не заменяет специальных требований к проведению обучения, инструктажа и проверки знаний работников, установленных органами государственного надзора и контроля.[16]

Одновременно с обучением по охране труда и проверкой знаний требований охраны труда, осуществляемыми в соответствии с Порядком, могут проводиться обучение и аттестация работников организаций по другим направлениям безопасности труда, организуемые органами государственного надзора и контроля и федеральными органами исполнительной власти в порядке, утверждаемом ими по согласованию с Министерством труда и социального развития Российской Федерации.[16]

1.5. Обучению по охране труда и проверке знаний требований охраны труда в соответствии с Порядком подлежат все работники организации, в том числе ее руководитель.[16]

1.6. Работники, имеющие квалификацию инженера (специалиста) по безопасности технологических процессов и производств или по охране труда, а также работники федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, государственного надзора и контроля, педагогические работники образовательных учреждений, осуществляющие преподавание дисциплины "охрана труда", имеющие непрерывный стаж работы в области охраны труда не менее пяти лет, в течение года после поступления на работу могут не проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.[16]

1.7. Ответственность за организацию и своевременность обучения по охране труда и проверку знаний требований охраны труда работников организаций несет работодатель в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.[16]

II. Порядок обучения по охране труда

2.1. Проведение инструктажа по охране труда

2.1.1. Для всех принимаемых на работу лиц, а также для работников, переводимых на другую работу, работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан проводить инструктаж по охране труда.[16]

2.1.2. Все принимаемые на работу лица, а также командированные в организацию работники и работники сторонних организаций, выполняющие работы на выделенном участке, обучающиеся образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящие в организации производственную практику, и другие лица, участвующие в производственной деятельности организации, проходят в установленном порядке вводный инструктаж, который проводит специалист по охране труда или работник, на которого приказом работодателя (или уполномоченного им лица) возложены эти обязанности.

Вводный инструктаж по охране труда проводится по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации с учетом специфики деятельности организации и утвержденной в установленном порядке работодателем (или уполномоченным им лицом).[16]

2.1.3. Кроме вводного инструктажа по охране труда, проводятся первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи.[16]

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит непосредственный руководитель (производитель) работ (мастер, прораб, преподаватель и так далее), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.[16]

Проведение инструктажей по охране труда включает в себя ознакомление работников с имеющимися опасными или вредными производственными факторами, изучение требований охраны труда, содержащихся в локальных нормативных актах организации, инструкциях по охране труда, технической, эксплуатационной документации, а также применение безопасных методов и приемов выполнения работ.[16]

Инструктаж по охране труда завершается устной проверкой приобретенных работником знаний и навыков безопасных приемов работы лицом, проводившим инструктаж.[16]

Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей (в установленных случаях - в наряде-допуске на производство работ) с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа.[16]

2.1.4. Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала самостоятельной работы:

со всеми вновь принятыми в организацию работниками, включая работников, выполняющих работу на условиях трудового договора, заключенного на срок до двух месяцев или на период выполнения сезонных работ, в свободное от основной работы время (совместители), а также на дому (надомники) с использованием материалов, инструментов и механизмов, выделяемых работодателем или приобретаемых ими за свой счет;

с работниками организации, переведенными в установленном порядке из другого структурного подразделения, либо работниками, которым поручается выполнение новой для них работы;

с командированными работниками сторонних организаций, обучающимися образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящими производственную практику (практические занятия), и другими лицами, участвующими в производственной деятельности организации.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится руководителями структурных подразделений организации по программам, разработанным и утвержденным в установленном порядке в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда, локальных нормативных актов организации, инструкций по охране труда, технической и эксплуатационной документации.[16]

Работники, не связанные с эксплуатацией, обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием электрифицированного или иного инструмента, хранением и применением сырья и материалов, могут

освобождаться от прохождения первичного инструктажа на рабочем месте. Перечень профессий и должностей работников, освобожденных от прохождения первичного инструктажа на рабочем месте, утверждается работодателем.[16]

2.1.5. Повторный инструктаж проходят все работники, указанные в [п. 2.1.4](#) настоящего Порядка, не реже одного раза в шесть месяцев по программам, разработанным для проведения первичного инструктажа на рабочем месте.[16]

2.1.6. Внеплановый инструктаж проводится:

при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда;

при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на безопасность труда;

при нарушении работниками требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т. п.);

по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля;

при перерывах в работе (для работ с вредными и (или) опасными условиями - более 30 календарных дней, а для остальных работ - более двух месяцев);

по решению работодателя (или уполномоченного им лица).[16]

2.1.7. Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляются наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы, а также при проведении в организации массовых мероприятий.

2.1.8. Конкретный порядок, условия, сроки и периодичность проведения всех видов инструктажей по охране труда работников отдельных отраслей и организаций регулируются соответствующими отраслевыми и

межотраслевыми нормативными правовыми актами по безопасности и охране труда.

2.2. Обучение работников рабочих профессий

2.2.1. Работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан организовать в течение месяца после приема на работу обучение безопасным методам и приемам выполнения работ всех поступающих на работу лиц, а также лиц, переводимых на другую работу.

Обучение по охране труда проводится при подготовке работников рабочих профессий, переподготовке и обучении их другим рабочим профессиям.

2.2.2. Работодатель (или уполномоченное им лицо) обеспечивает обучение лиц, принимаемых на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, а в процессе трудовой деятельности - проведение периодического обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда. Работники рабочих профессий, впервые поступившие на указанные работы либо имеющие перерыв в работе по профессии (виду работ) более года, проходят обучение и проверку знаний требований охраны труда в течение первого месяца после назначения на эти работы.[16]

2.2.3. Порядок, форма, периодичность и продолжительность обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников рабочих профессий устанавливаются работодателем (или уполномоченным им лицом) в соответствии с нормативными правовыми актами, регуливающими безопасность конкретных видов работ.

2.2.4. Работодатель (или уполномоченное им лицо) организует проведение периодического, не реже одного раза в год, обучения работников рабочих профессий по оказанию первой помощи пострадавшим. Вновь принимаемые на работу проходят обучение по оказанию первой помощи пострадавшим в сроки, установленные работодателем (или уполномоченным им лицом), но не позднее одного месяца после приема на работу.

2.3. Обучение руководителей и специалистов

2.3.1. Руководители и специалисты организаций проходят специальное обучение по охране труда в объеме должностных обязанностей при поступлении на работу в течение первого месяца, далее - по мере необходимости, но не реже одного раза в три года.

Вновь назначенные на должность руководители и специалисты организации допускаются к самостоятельной деятельности после их ознакомления работодателем (или уполномоченным им лицом) с должностными обязанностями, в том числе по охране труда, с действующими в организации локальными нормативными актами, регламентирующими порядок организации работ по охране труда, условиями труда на вверенных им объектах (структурных подразделениях организации).[16]

2.3.2. Обучение по охране труда руководителей и специалистов проводится по соответствующим программам по охране труда непосредственно самой организацией или образовательными учреждениями профессионального образования, учебными центрами и другими учреждениями и организациями, осуществляющими образовательную деятельность (далее - обучающие организации), при наличии у них лицензии на право ведения образовательной деятельности, преподавательского состава, специализирующегося в области охраны труда, и соответствующей материально-технической базы.

Обучение по охране труда проходят:

руководители организаций, заместители руководителей организаций, курирующие вопросы охраны труда, заместители главных инженеров по охране труда, работодатели - физические лица, иные лица, занимающиеся предпринимательской деятельностью; руководители, специалисты, инженерно-технические работники, осуществляющие организацию, руководство и проведение работ на рабочих местах и в производственных подразделениях, а также контроль и технический надзор за проведением работ; педагогические работники образовательных учреждений начального профессионального, среднего профессионального, высшего профессионального, послевузовского

профессионального образования и дополнительного профессионального образования - преподаватели дисциплин "охрана труда", "безопасность жизнедеятельности", "безопасность технологических процессов и производств", а также организаторы и руководители производственной практики обучающихся - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

специалисты служб охраны труда, работники, на которых работодателем возложены обязанности организации работы по охране труда, члены комитетов (комиссий) по охране труда, уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

специалисты федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда - в обучающих организациях Министерства труда и социального развития Российской Федерации;

специалисты органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающихся организаций - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти;

специалисты органов местного самоуправления в области охраны труда - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;[16]

члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда организаций - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающих организаций, осуществляющих обучение специалистов и руководителей федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, - в обучающих организациях Министерства труда и социального развития Российской Федерации.

Руководители и специалисты организации могут проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в самой организации, имеющей комиссию по проверке знаний требований охраны труда.

2.3.3. Требования к условиям осуществления обучения по охране труда по соответствующим программам обучающими организациями разрабатываются и утверждаются Министерством труда и социального развития Российской Федерации по согласованию с Министерством образования Российской Федерации.

2.3.4. Министерство труда и социального развития Российской Федерации разрабатывает и утверждает примерные учебные планы и программы обучения по охране труда, включающие изучение межотраслевых правил и типовых инструкций по охране труда, других нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда.

Обучающие организации на основе примерных учебных планов и программ обучения по охране труда разрабатывают и утверждают рабочие учебные планы и программы обучения по охране труда по согласованию с соответствующими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда.

Обучение по охране труда руководителей и специалистов в организации проводится по программам обучения по охране труда, разрабатываемым на основе примерных учебных планов и программ обучения по охране труда, утверждаемым работодателем.

2.3.5. В процессе обучения по охране труда руководителей и специалистов проводятся лекции, семинары, собеседования, индивидуальные или групповые консультации, деловые игры и т. д., могут использоваться элементы самостоятельного изучения программы по охране труда, модульные и компьютерные программы, а также дистанционное обучение.[16]

2.3.6. Обучение по охране труда руководителей и специалистов проводится преподавателями образовательных учреждений, осуществляющими преподавание дисциплин "охрана труда", "безопасность жизнедеятельности", "безопасность технологических процессов и производств", руководителями и специалистами федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов государственного надзора и контроля, а также работниками служб охраны труда организаций, имеющими соответствующую квалификацию и опыт работы в области охраны труда.

Обучающие организации должны иметь штатных преподавателей.

Обучение по охране труда руководителей и специалистов организаций осуществляется при повышении их квалификации по специальности.

III. Проверка знаний требований охраны труда

3.1. Проверку теоретических знаний требований охраны труда и практических навыков безопасной работы работников рабочих профессий проводят непосредственные руководители работ в объеме знаний требований правил и инструкций по охране труда, а при необходимости - в объеме знаний дополнительных специальных требований безопасности и охраны труда.

3.2. Руководители и специалисты организаций проходят очередную проверку знаний требований охраны труда не реже одного раза в три года.

3.3. Внеочередная проверка знаний требований охраны труда работников организаций независимо от срока проведения предыдущей проверки проводится:

при введении новых или внесении изменений и дополнений в действующие законодательные и иные нормативные правовые акты,

содержащие требования охраны труда. При этом осуществляется проверка знаний только этих законодательных и нормативных правовых актов;

при вводе в эксплуатацию нового оборудования и изменениях технологических процессов, требующих дополнительных знаний по охране труда работников. В этом случае осуществляется проверка знаний требований охраны труда, связанных с соответствующими изменениями;

при назначении или переводе работников на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний по охране труда (до начала исполнения ими своих должностных обязанностей);[16]

по требованию должностных лиц федеральной инспекции труда, других органов государственного надзора и контроля, а также федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов местного самоуправления, а также работодателя (или уполномоченного им лица) при установлении нарушений требований охраны труда и недостаточных знаний требований безопасности и охраны труда;

после происшедших аварий и несчастных случаев, а также при выявлении неоднократных нарушений работниками организации требований нормативных правовых актов по охране труда;[16]

при перерыве в работе в данной должности более одного года.[16]

Объем и порядок процедуры внеочередной проверки знаний требований охраны труда определяются стороной, инициирующей ее проведение.

3.4. Для проведения проверки знаний требований охраны труда работников в организациях приказом (распоряжением) работодателя (руководителя) создается комиссия по проверке знаний требований охраны труда в составе не менее трех человек, прошедших обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в установленном порядке.

В состав комиссий по проверке знаний требований охраны труда организаций включаются руководители организаций и их структурных подразделений, специалисты служб охраны труда, главные специалисты (технолог, механик, энергетик и т. д.). В работе комиссии могут принимать

участие представители выборного профсоюзного органа, представляющего интересы работников данной организации, в том числе уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов.

В состав комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающихся организаций входят руководители и штатные преподаватели этих организаций и по согласованию руководители и специалисты федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства, органов местного самоуправления, профсоюзных органов или иных уполномоченных работниками представительных органов.

Комиссия по проверке знаний требований охраны труда состоит из председателя, заместителя (заместителей) председателя, секретаря и членов комиссии.

3.5. Проверка знаний требований охраны труда работников, в том числе руководителей, организаций проводится в соответствии с нормативными правовыми актами по охране труда, обеспечение и соблюдение требований которых входит в их обязанности с учетом их должностных обязанностей, характера производственной деятельности.[16]

3.6. Результаты проверки знаний требований охраны труда работников организации оформляются протоколом по форме согласно приложению N 1 к Порядку.[16]

3.7. Работнику, успешно прошедшему проверку знаний требований охраны труда, выдается удостоверение за подписью председателя комиссии по проверке знаний требований охраны труда, заверенное печатью организации, проводившей обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда, по форме согласно приложению N 2 к Порядку.

3.8. Работник, не прошедший проверку знаний требований охраны труда при обучении, обязан после этого пройти повторную проверку знаний в срок не позднее одного месяца.

3.9. Обучающие организации могут осуществлять проверку знаний требований охраны труда только тех работников, которые проходили в них обучение по охране труда.

IV. Заключительные положения

4.1. На территории субъекта Российской Федерации организацию обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда координируют федеральные органы исполнительной власти и орган исполнительной власти по труду субъекта Российской Федерации, который формирует банк данных всех обучающих организаций, находящихся на территории субъекта Российской Федерации.

4.2. Ответственность за качество обучения по охране труда и выполнение утвержденных программ по охране труда несут обучающая организация и работодатель организации в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

4.3. Контроль за своевременным проведением проверки знаний требований охраны труда работников, в том числе руководителей, организаций осуществляется органами федеральной инспекции труда. [16]