

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей  
(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Модернизация передней подвески автомобиля Lada Vesta

Студент

Б.Н. Ваулин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

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

(И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент И.В. Дерябин

(И.О. Фамилия)

канд. техн. наук, доцент О.М. Сярдова

(И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

## **Аннотация**

Устойчивость на дороге, удобство обслуживания и не дороговизна, безопасное вождение, значительный срок ресурса автомобиля, лучшая эффективность всех систем автомобиля таковым должен быть сегодня автомобиль.

Тема дипломного проекта «Модернизация передней подвески автомобиля Lada Vesta». Из-за всеобщего усложнения мира и его скорости автомобиль просто обязан обеспечивать тот ритм жизни человека, который есть сейчас в настоящее время, и поэтому требования к автомобилю тоже возросли, то есть он должен иметь надежную систему зажигания, надежные системы рулевого управления и тормозную систему, комфортную тихую коробку передач, плавное сцепление, хорошее динамичное ускорение.

Графическая часть дипломного проекта состоит из 10 страниц формата А1. Пояснительная записка включает в себя введение, части конструкторской, экономической, безопасности и технологической, а также приложение в виде графиков и спецификаций, всего состоит из 108 страниц формата А4.

«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 дипломного проекта является технологическим разделом.

Пятая часть посвящена экономическим расчетам себестоимости разрабатываемого узла. Расчет точки безубыточности для данного проекта и расчет экономической эффективности.»[11]

## **Annotation**

Stability on the road, ease of maintenance and not high cost, safe driving, a significant service life of the car, the best efficiency of all car systems, such a car should be today.

The topic of the graduation project is "Modernization of the front suspension of the Lada Vesta car". Due to the universal complication of the world and its speed, the car is simply obliged to provide the rhythm of human life that exists now, and therefore the requirements for the car have also increased, that is, it must have a reliable ignition system, reliable steering and braking systems, a comfortable quiet gearbox, smooth clutch, good dynamic acceleration.

The graphic part of the diploma project consists of 10 pages of A1 format. The explanatory note includes an introduction, parts of design, economic, safety and technological, as well as an appendix in the form of graphs and specifications, in total it consists of 108 A4 pages.

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

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

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

The fourth part of the diploma project is the technological section.

The fifth part is devoted to economic calculations of the cost of the developed node. Calculation of the break-even point for this project and calculation of economic efficiency.»[11]

## **Содержание**

Введение .....	5
1 Состояние вопроса .....	6
1.1 Назначение подвески и её устройство .....	6
1.2 Классификация подвесок .....	7
1.3 Выбор и обоснование выбранного варианта подвески .....	20
2 Конструкторская часть .....	21
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля .....	21
2.2 Расчет подвески автомобиля .....	36
3 Безопасность и экологичность объекта .....	54
4 Технологическая часть .....	72
5 Экономическая эффективность проекта .....	83
Заключение .....	97
Список используемых источников .....	98
Приложение А Графики тягового расчета .....	101

## **Введение**

Для существования и жизни всего мира промышленности огромное значение имеет автотранспорт, а именно его очень эффективная работа. Из всех направлений развития мировой экономики автомобилестроение, как отрасль является ведущей. Вся мировая промышленность развивается очень быстро и для этого очень большое значение имеет появление новых технологий и разработок и инноваций, технических решений. Для ускорения развития промышленности автомобилей необходимо уменьшение трудоемкости техобслуживания, а также уменьшение расхода масла

и топлива, все это необходимо для дальнейшего развития технического состояния автомобилей и является основным направлением. А также улучшение и повышение безопасности автомобилей и их надежности, уменьшение токсичности газов выхлопных, уменьшение шумности автомобиля, и уменьшение стоимости материалов на производство автомашин. Необходимо также улучшать аэродинамику кузова автомобиля, и его массу это влечет за собой уменьшение расхода топлива. Еще также возможно повсеместно переводить автомобили на газ метан или дизельное топливо, а также устанавливать более современные двигатели. Чтобы автомобили могли работать в более оптимальных режимах, необходимы электронные технологии, их широкое применение в конструкциях автомобиля это позволит достичь этой цели.

Также во всех узлах и в конструктиве трансмиссии необходимы также более совершенные технологии и технические решения. Если использовать современные высокопрочные стали, легированные стали, углепластик, алюминий, и многие другие новые технологичные конструкционные материалы можно уменьшить массу автомобиля, что также улучшит топливную экономичность. Для линий производства, работающих в автоматическом режиме, необходимо изготовление деталей высокого качества и обязательно важна высокая точность, этого можно достичь с помощью пространственного моделирования всех деталей.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Назначение подвески и её устройство

Подвеска формирует связь несущей системы, то есть кузова, либо рамы с колёсами или мостами, при этом связь упругая. Рассмотрим для чего нужна подвеска, что входит в основные её функции.

Подвеска необходима для снижения передачи динамических нагрузок, то есть нагрузок, полученных при движении на саму несущую систему, кузов или раму, а также на пассажиров и на грузы. Также подвеска передаёт внешние силы на кузов и наоборот, к тому же, при воздействии ударных нагрузок на автомобиль возникает взаимное перемещение несущей системы и колёс, то есть возникают колебания. Снижение этих явлений также входит в одну из основных функций подвески.[1]

Рассмотрим из чего состоит подвеска. Подвеска состоит из направляющих элементов, которые определяют общую геометрию подвески, а также определяет характер движения колёс от направляющих элементов. Показано на рисунке 1.

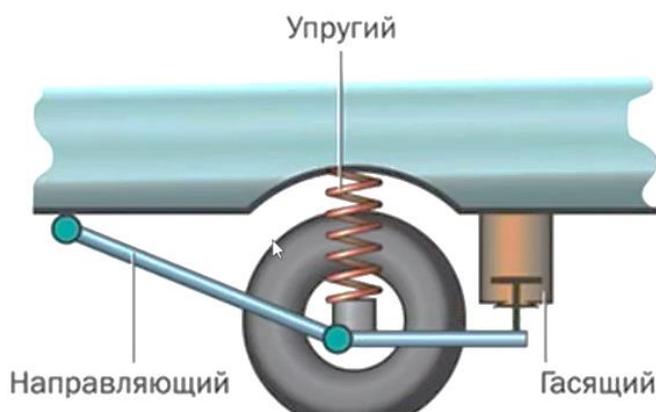


Рисунок 1 – Элементы подвески автомобиля

От их конструкции зависит величина усилий передаваемых на упругий элемент, упругий элемент её служит для того, чтобы смягчать толчки,

снижают вертикальное ускорение, снижает передачу динамических нагрузок на несущую систему и тем самым улучшает плавность хода.

Также в конструкции подвески присутствует так называемый гасящий элемент, это устройство которое позволяет энергии возникший при колебаний несущей системы рассеется за счёт трения и последующего нагрева. Сегодня в основном применяют гидравлические гасящий элементы, в которых рассеяния энергии или ещё это явление называется диссипацией, происходит за счёт трения в жидкости и её последующего нагрева. Но части энергии может рассеиваться за счёт трения в шарнирах подвески или даже за счёт трения между пластиной рессор.[2]

Также в конструкции подвески часто используется дополнительный упругий элемент, который носит название стабилизатор поперечной устойчивости, служит для уменьшения крена, например, повороте.

## 1.2 Классификация подвесок

Если проводить полную классификацию существующих и существовавших типов подвески, то для этого необходимо будет написать несколько дипломных проектов для их описания, поэтому остановим свое внимание на наиболее применяемых и актуальных типах подвесок.[4] Показано на рисунке 2.

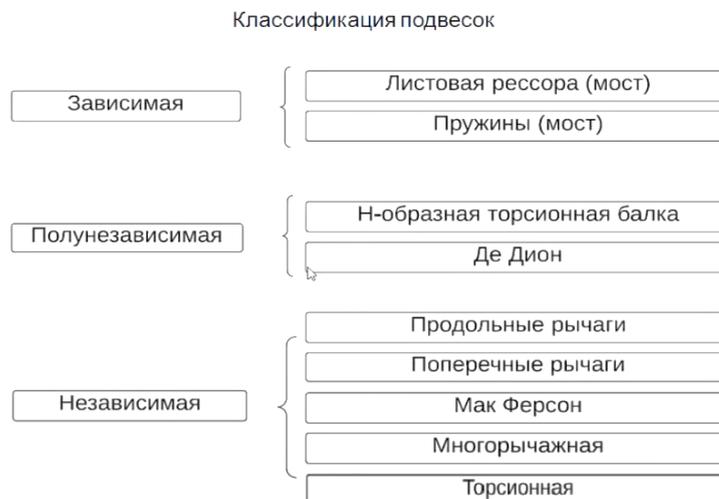


Рисунок 2 – Классификационная схема подвесок

Основное различие стоит провести по способу крепления колеса, по типам элементов подвесок. В зависимую подвеску входит подвеска с использованием жесткого неразрезного моста на листовых рессорах и на пружинах. Полунезависимые включает в себя H-образную торсионную балку и подвеска типа «Де-Дион». Независимой соответственно подвеской являются с элементами: продольными рычагами, поперечными рычагами, подвеска макферсон, многорычажная подвеска и торсионная подвеска. Теперь более подробно остановимся на самых часто применяемых и заслуживающих внимания вариантах. Начнём с неразрезного моста на листовых рессорах. [3] Показано на рисунке 3.

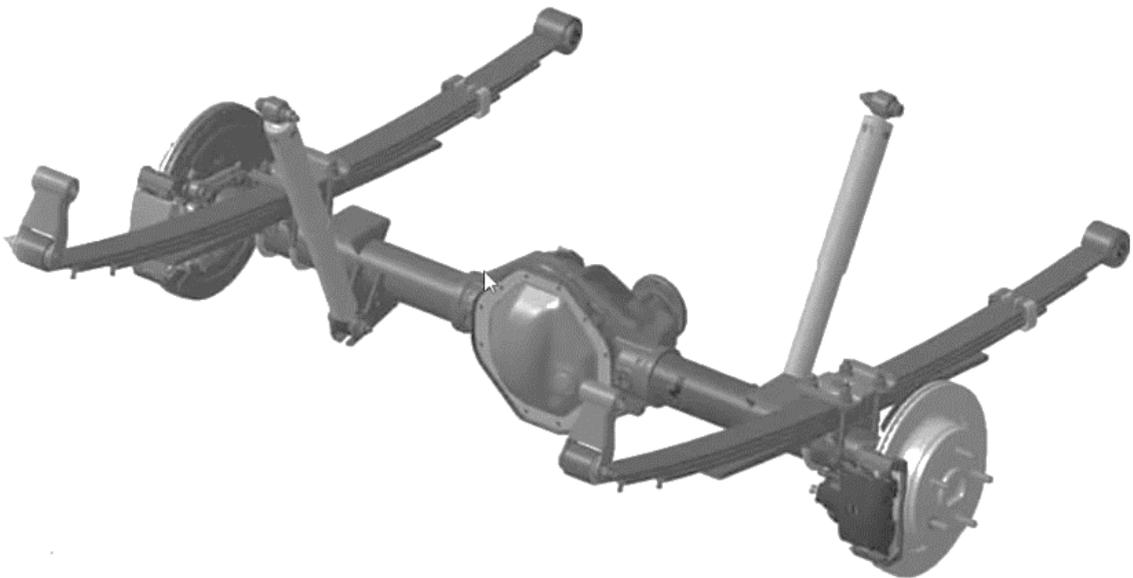


Рисунок 3 – Подвеска с листовой рессорой (мост)

Первым и несомненно главным плюсом является простота рессор и она в процессе своей работы воспринимает не только вертикальные нагрузки от несущей системы, но и возникающие при повороте и боковые, а также продольные и при режиме торможения, либо трогании. Применение рессорной подвески позволяет отказаться от использования реактивных штанг и всевозможных рычагов. Вторым по значимости достоинством рессорной подвески являются небольшие размеры, она не уменьшает объём

багажника, как это например бывает в случаях с пружиной подвески и это достоинство применяют при создании автомобилей грузопассажирского типа, создаваемые на базе легковых автомобилей, примером, такого автомобиля может служить пикап.[5] К недостаткам данной подвески необходимо отнести плохую плавность хода и низкую энергоёмкость, которая при воздействии неровности пути может провоцировать, так называемые явления отскока. Стоимость подвески по сравнению с аналогичным типом, но с применением реактивных тяг и рычагов на пружинах может быть ниже в полтора раза. Обслуживание подвески данного типа является достаточно простым и зачастую не требует применения специального оборудования, приспособлений, специнструмента. Подвеска данного типа как уже было вышеупомянуто в основном применяется на легких коммерческих автомобилях, таких как Nissan Navara, Volkswagen Amarok, Toyota Tundra, Ford T50, ГАЗ 3302323(Газель) и так далее. Далее переходим к рассмотрению подвески с использованием неразрезного моста на пружинах и с применением реактивных тяг и штанг в том числе и так называемой тягой «Панара». Изображено на рисунке 4.

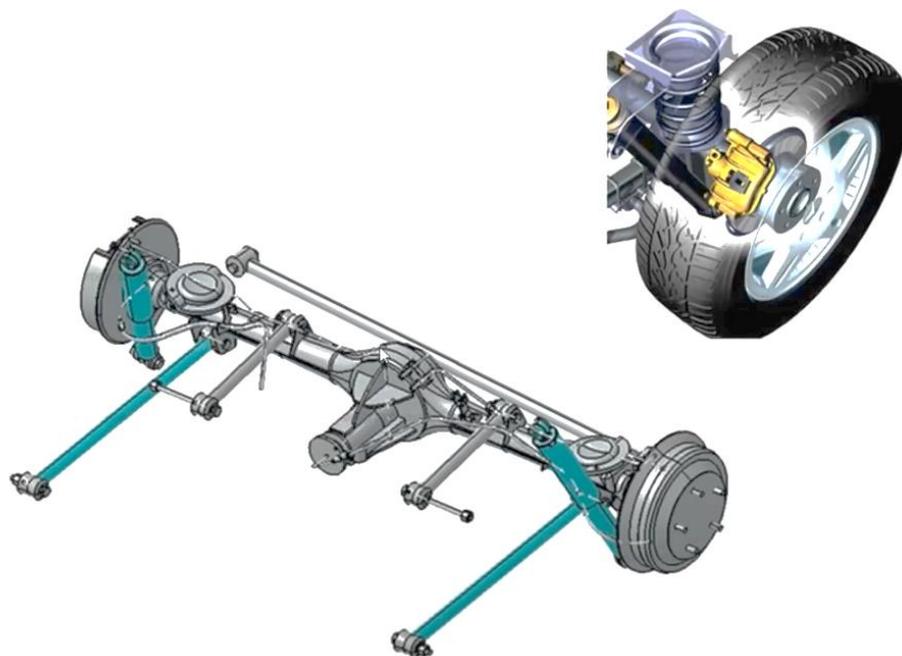


Рисунок 4 – Зависимая подвеска на пружинах

По сравнению с подвеской на листовых рессорах имеет ряд

сложностей в основном связанных, с тем, о чём уже было сказано выше, то есть с применением дополнительных направляющих элементов, в отличие от рессорной подвески имеет недостатки связанные с уменьшением внутреннего пространства автомобиля, но с точки зрения активности работы гасящего элемента, в данном случае амортизатор определённо выигрывает, так как имеется возможность соосно устанавливать амортизатор и пружину. Это исключает возникновение дополнительных раскачивающихся моментов. Учитывая большое количество элементов стоимость данной подвески неизбежно увеличивается, что касается обслуживания, то выполнение его и ремонт на данной подвески достаточно сложный, так как во-первых большее количество элементов, а во-вторых необходимо применение специального инструмента. Данный тип подвески сегодня всё реже и реже применяются в современном автомобилестроении, его можно встретить на автомобилях таких, как ВАЗ 4X4, Land Rover Discovery, Chevrolet Blazer, Suzuki Jimny и Toyota Land Cruiser 200 и так далее.[9]-[11]

Следующий тип подвески, который рассмотрим, является Н-образная торсионная балка, изображенная на рисунке 5.



Рисунок 5 – Полунезависимая подвеска, Н-образная торсионная балка

Относится она к полунезависимой подвески и устанавливается на

задней оси. К преимуществам, как и у рессорной подвески необходимо отнести отсутствие направляющих элементов, также легкость монтажа, компактность и небольшой вес, как следствие в данном случае происходит уменьшение неподрессоренных масс и самое весомое достоинство, это наиболее оптимальная кинематика колеса. Такую подвеску можно применять к сожалению только на задней оси, так же как у мостов с пружинными элементами страдает внутреннее пространство автомобиля. Обслуживание с точки зрения эксплуатации данный тип весьма неприхотлив, обслуживается лишь иногда требуется только амортизатор и лишь в некоторых случаях упругие элементы. Стоимость, если сравнивать полную совокупную стоимость подвески, то определённо есть преимущество перед остальными типами, но есть и существенный недостаток, в случае выхода из строя какой-либо части балку необходимо менять целиком. Данный тип подвески сегодня применяется на большинстве переднеприводных автомобилей, конструктивно состоит из двух продольных рычагов, поперечины между ними, гасящих элементов, упругих элементов и включённого в состав балки торсиона. Нечто средним между неразрезным мостом и независимой подвеской является классическая, но сегодня практически не применяемая система «Де-Дион». [12]-[14]. Показана на рисунке 6.

#### Рисунок 6 – Подвеска Де Дион

Он состоит из поперечных труб между двумя ведущими колесами, подвешенным на шасси с дифференциалом и полуосями, также упругие

элементы и гасящие элементы. Колёса в данной подвеске при работе находятся в постоянном вертикальном положении, а неподрессоренный вес снижается за счет удаления с оси дифференциала и крепления его непосредственно к несущей системе, то есть либо к кузову либо к раме. Направление данной подвески может осуществляться за счет применения различных элементов: рессор, тяг, рычагов не принципиально. Из преимуществ данного типа подвески можно назвать высокий показатель кинематических параметров, даже лучше чем у независимой подвески и в этой связи можно смело утверждать, что данный тип подвески совершеннее. Разработка также имеет преимущество для внутреннего пространства, так как нет необходимости обеспечивать зазор между дифференциалом и кузовом.[15]-[18]

Все полунезависимые подвески в этом плане «Де-Дион» он не исключение имеет один в общем большой минус – при старте, либо в торможении машина начинает дисбалансировать. При разгоне она приседает, а при торможении клюёт, одним из основных недостатков подвески является необходимость иметь так называемые скользящие трубы или шлицевые полуоси, что неизбежно добавляют трения в системе. Стоимость данной подвески очень высокая и именно поэтому она очень редко применяется исключением является только спортивный автомобиль. Конструкция достаточно элементарная, поэтому особых сложностей при ремонте, либо обслуживании нет, в разное время данный тип подвески применяли такие автопроизводители как Volvo, Alfa Romeo, Aston Martin, Honda Smart и Rover.[19]

Следующий тип подвески, который рассмотрим это является продольные рычаги, изображена на рисунке 7. Это самый простой тип независимой подвески, в этой подвески каждое из колес одной оси прикреплено к рычагу, который закреплен на раме или кузове неподвижно. Преимуществом можно отнести конструктивной выигрыш в объёме салона или багажника за счёт ровного пола, особый эффект получается при применении торсионов в качестве упругих элементов.

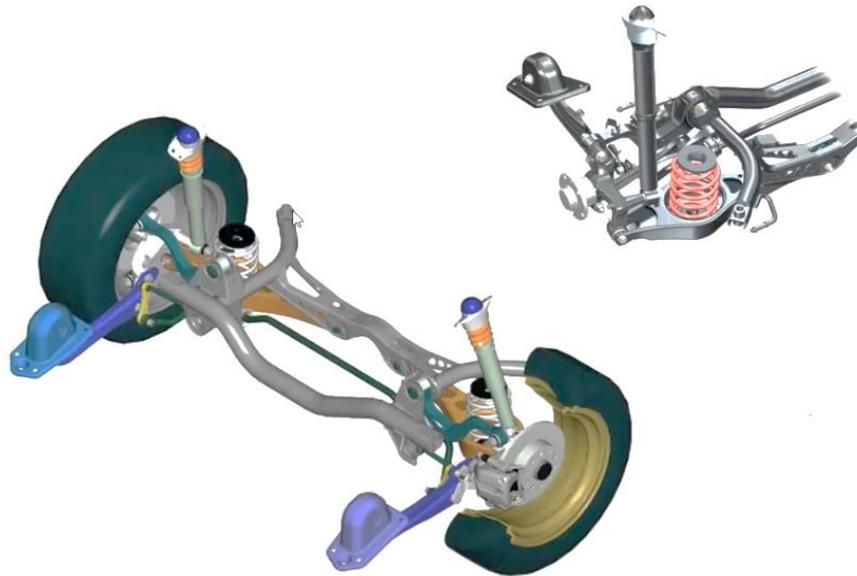


Рисунок 7 – Независимая подвеска с продольными рычагами

Но данная подвеска имеет существенный недостаток выраженный в значительном изменении базы автомобиля при её работе. При повороте колёса в ней наклоняется вместе с кузовом существенно больше, нежели это происходит в других типов конструкций. Стоимость данной подвески можно отнести к преимуществам, так как все детали элементарные и их стоимость достаточно низкая, обслуживание более сложное, нежели на предыдущих типов конструкции, так как требует специального инструмента, достаточно высокой квалификации исполнителя и дополнительных регулировочных работ, в частности имеется ввиду регулировка углов установки.[20]-[23]

«Далее переходим к независимому типу подвески на поперечных рычагах или ещё её называют двухрычажная подвеска. состоит она из верхнего короткого и длинного нижнего рычагов, также имеет интегрированный узел, в котором собраны и гасящий элемент амортизатор и упругий элемент пружины. Двухрычажная подвеска обеспечивает минимальные поперечное перемещение колеса, которые вредны для боковой устойчивости автомобиля и вызывает достаточно быстро износ шин, а также незначительно угловые перемещения в ходе вверх-вниз. Конфигурация

поперечного рычага позволяет каждому колесу независимо воспринимать неровности и оставаться при этом более вертикально по отношению к поверхности дороги,»[12] это означает, что возможна реализация лучшего сцепления с дорожным покрытием. Является наиболее эффективной подвеской в плане управляемости. Показано на рисунке 8.



Рисунок 8 – Двухрычажная независимая подвеска

В данных подвесках минимизированы недостатки связанные с изменением базы, но при этом имеются незначительные изменения колеи. Из-за сложной конструкции имеет ряд дорогостоящих элементов, это один из самых сложных в обслуживании и ремонте типов подвесок. Требуется применения специального инструмента оборудования и дополнительных регулировок. [24]

Тип подвески McPherson или ещё её называют качающаяся свеча. Нужно сказать, что это самый распространённый вариант и наиболее часто используемый вариант, по причине соотношения цена-качество для массового сегмента автомобилей. Поэтому более подробно остановимся на конструкции этого типа. «Благодаря компактной конструкции подвеска McPherson широко применяется на переднеприводных автомобилях, так как

дает возможность реализовать компоновку с поперечным расположением двигателя и трансмиссии, также к другим преимуществам данного типа подвески относятся простота конструкции и большой ход подвески, которые препятствуют пробую.»[12] Изображено на рисунке 9.

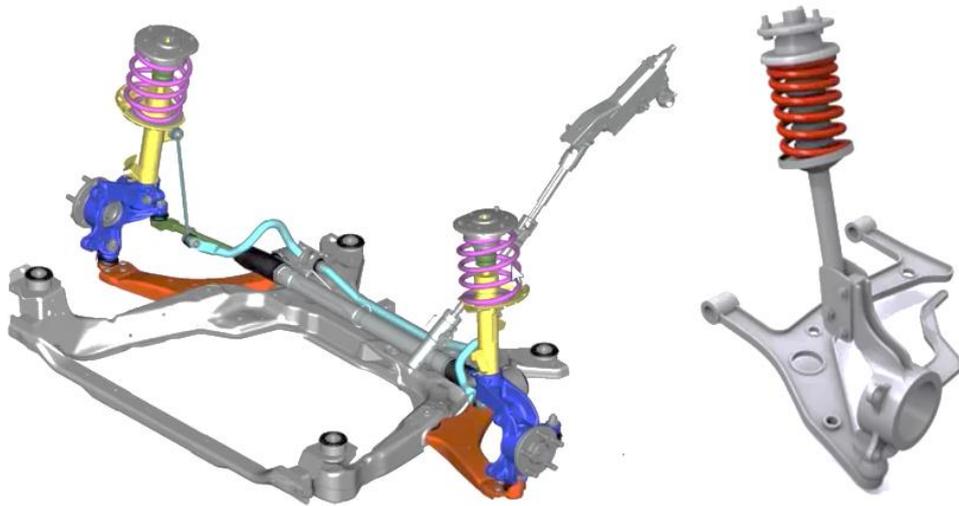


Рисунок 9 – Подвеска МакФерсон

«Вместе с тем конструктивные особенности подвески, такие как, шарнирные крепления амортизаторной стойки, большой ход приводит к значительному изменению развала колёс, то есть угла наклона колеса к вертикальной плоскости, по этой причине данный тип подвески не применяется на спортивных автомобилях и автомобили премиум-класса. Mcpherson состоит из подрамника, который в принципе является несущим элементом всей системы, амортизаторных стоек, который представляет из себя интегрированной узел, в состав которого входит и гасящий элемент и упругий элемент, поворотный кулак, нижний поперечный рычаг и стабилизатор поперечной устойчивости.»[14]

Переходим к следующему типу подвесок многорычажной подвески. Данный тип подвески обеспечивает более хорошую управляемость, но попытки ввести массовых брендов таких как Volkswagen или Skoda, показали неэффективность данного типа по причине высокой стоимости

обслуживания, кроме того, большинство потребителей не используют авто так, чтобы понять разницу. Показана на рисунке 10.

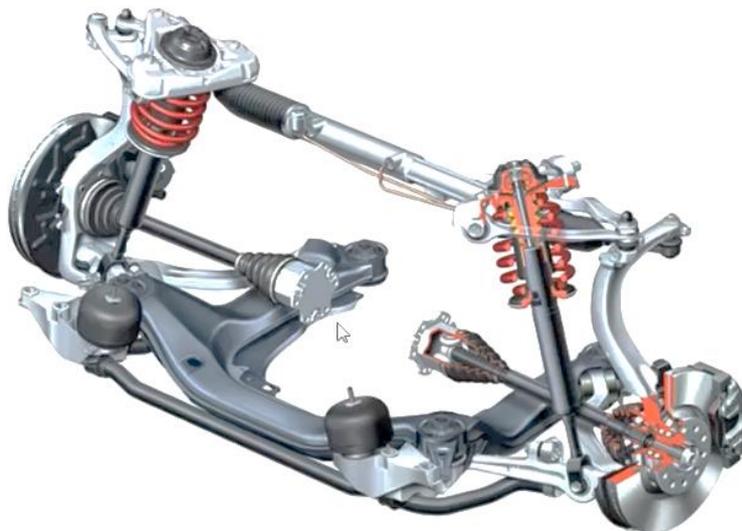


Рисунок 10 – Многорычажная подвеска

«Основные преимущества многорычажной подвески обусловлено её конструкцией, является высокая плавность хода, низкий уровень шума и лучше управляемость, к минусам необходимо отнести достаточно высокую стоимость и сложность изготовления и монтажа в обслуживании, ремонте.»[15] Данная подвеска очень сложна, требует спец инструмента, специального оборудования, специальных приспособлений и достаточно высокой квалификации исполнителя. Данной подвеской используют такие производители, как Audi, Infiniti, Skoda, Nissan и так далее. [25]-[28]

«Торсионная подвеска это вид подвески, в которой в качестве упругого элемента используется торсион. Он представляет из себя металлический стержень, работающий на скручивание, он имеет шлицевые соединения на концах. Торсион может состоять из набора пластин, стержней, балки определённого сечения. Преимуществом данной подвески относятся долговечность, лёгкость регулировки высоты и компактность по ширине транспортного средства. Она занимает значительно меньше пространства, нежели допустим пружинная подвеска.»[11] К недостаткам относится низкий комфорт, в особенности задних пассажиров, невозможно сделать приличную шумоизоляцию, что отрицательно сказывается в конечном счете на комфорт

при езде на дальние расстояния, стоимость соизмерения с подвеской mcpherson, или на продольных рычагах.[29] Показана на рисунке 11.



Рисунок 11 – Торсионная подвеска

Обслуживание достаточно простое, зачастую для ремонта необходимы только универсальные инструменты и нет необходимости применения каких-то спец средств. Сегодня данный тип подвески используют такие производители, как Peugeot, Renault, Mitsubishi, Тойота и так далее.

Для обобщения всей вышеописанной информации о существующих типах конструкции подвесок приведены и разобраны основные элементы, которые в принципе присутствуют во всех типах подвески. Основной элемент передней подвески телескопическая амортизаторная стойка, реализует функции демпфирования упругого элемента и направляющего элемента, состоит из верхней опоры которые передают нагрузку на кузов, собственно упругий элемент витая пружина, пыльник который защищает шток амортизатора от попадания абразивных частиц, буфер отбоя, который снижает динамические нагрузки на кузов при полном нажатии упругого элемента. Изображено на рисунке 12.

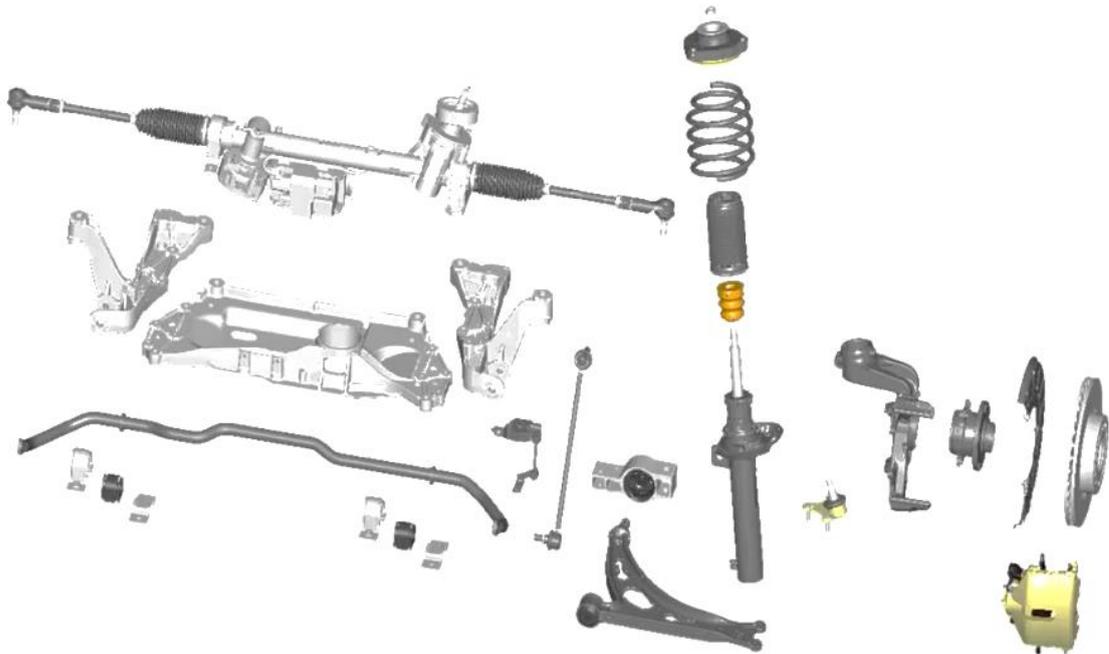


Рисунок 12 – Элементы подвески

«Стойка крепится к поворотному кулаку через болтовое соединение, поворотный кулак посредством шарнира крепится к поперечному рычагу, поперечный рычаг в свою очередь через специальную жидкостную опору устанавливается на подрамник, в состав поворотного кулака входит ступичный узел, который в свою очередь состоит из подшипника и собственно ступицы, на ступицу производится монтаж элементов тормозной системы, тормозного диска. В большинстве случаев в составе передней подвески имеется стабилизатор поперечной устойчивости, который служит для уменьшения крена автомобиля, например в поворотах. Стабилизатор поперечной устойчивости через опоры крепится также к подрамнику и своими концами через шарнирную стойку к амортизаторной стойки.»[5]

На рисунке 13 отображены особенности работы зависимых и независимых подвесок при наезде на неровности.

### Зависимая



### Независимая



Рисунок 13 – Восприятие нагрузок подвеской

Конечно же все перемещения подвески и не удастся здесь запечатлеть, но получить сравнительное представление о принципиальных отличиях работы подвесок, о которых уже было сказано выше, более чем достаточно. Здесь приведён обзор наиболее актуальных типов подвесок, это позволяет трансформировать структурное представление о данной системе и сделать определённый плацдарм для понимания устройства автомобиля его обслуживания и ремонта.

### **1.3 Выбор и обоснование выбранного варианта подвески**

При усовершенствовании конструкции подвески или разработки подвески для нового автомобиля всегда стараются использовать максимальную унификацию производства, что позволяет обеспечивать запчастями для автомобилей предыдущих поколений или предыдущих периодов выпуска, которые уже давно находятся в эксплуатации водителями.

Затраты на проектирование также снижаются при использовании этого принципа.

Важной чертой проектируемого объекта подвески это есть сохранение его общей схемы компоновки по сравнению с серийным выпускаемы вариантом, которая уже зарекомендовала себя как технически надежной и долговечной и с хорошим эксплуатационным уровнем.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

#### 2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес .....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг .....	$m_o = 1230$
Количество мест .....	5
Максимальная скорость, м/с .....	$V_{max} = 51,67$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с .....	$\omega_{max} = 680,7$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с .....	$\omega_{min} = 88$
Коэффициент аэродинамического сопротивления .....	$C_x = 0,38$
Величина максимально преодолеваемого подъема .....	$\alpha_{max} = 0,20$
Коэффициент полезного действия трансмиссии .....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> .....	$H = 2,00$
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 <sup>3</sup> .....	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л .....	$\rho_t = 0,72$ »[2]

#### 2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

«а) Определение полного веса и его распределение по осям»[2]

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

«где  $G_o$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_b$  - вес багажа;»[2]

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

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

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

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

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

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

«б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 195/55 R16.»[2]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (8)$$

«где  $r_k$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса;

$B = 195$  – ширина профиля, мм;

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

$d = 406,4$  – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$  – коэффициент типа шины.»[2]

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

### 2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

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

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

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,784.»[2]

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

### 2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

«Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении.»[2]

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

«где  $\psi_v$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Для легковых автомобилей принимается, что максимальная скорость достигается на прямолинейном участке, из чего следует, что:»[2]

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

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

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

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

«где  $a, b, c$  – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем  $a, b, c = 1$ ),  $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$  (примем  $\lambda = 1,05$ ).»[2]

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

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана:»[2]

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

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

Определение значений крутящего момента производится по формуле и приведены в таблице 1:»[2]

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

Таблица 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;»[2]

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

### 2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

«Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению и максимальному динамическому фактору на первой передаче.

В соответствии с этим должны выполняться следующие условия:»[2]

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

«где  $\psi_{MAX}$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма ( $\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$ ).»[2]

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

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

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

«где  $G_{сц}$  - сцепной вес автомобиля ( $G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8278 \cdot 0,9 = 7450$  Н,  $m_1$  - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),  $\varphi$  - коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ).»[2]

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

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

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен:»[2]

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

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

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

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

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

Расчетные данные в таблице 2.

## 2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

«Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов колен вала:»[2]

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

Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обороты дв-ля, 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

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

Расчетные данные в таблице 3.

Таблица 3 - Тяговый баланс

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

### 2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху:»[2]

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

«Сила сопротивления качению:»[2]

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

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

«Полученные данные заносим в таблицу 4 и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости.»[2]

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

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

### 2.1.9 Динамический фактор

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

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

«По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора  $D$  от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу и представляют графически.»[2]

Расчетные данные в таблице 5.

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче
840	0,449	0,307	0,209	0,142	0,096
1290	0,468	0,319	0,217	0,147	0,097
1740	0,483	0,329	0,223	0,150	0,096
2190	0,493	0,336	0,227	0,151	0,093
2640	0,499	0,340	0,229	0,150	0,088
3090	0,501	0,340	0,228	0,147	0,081
3540	0,498	0,338	0,225	0,142	0,071
3990	0,492	0,333	0,220	0,135	0,060
4440	0,481	0,324	0,213	0,126	0,046
4890	0,465	0,313	0,203	0,116	0,030
5340	0,445	0,298	0,191	0,103	0,012
5790	0,421	0,281	0,177	0,089	-0,008
6240	0,393	0,260	0,160	0,072	-0,031
6690	0,360	0,237	0,142	0,054	-0,055
6500	0,375	0,247	0,150	0,062	-0,045

### 2.1.10 Ускорения автомобиля

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

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

$\Psi$  - коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[2]  $\Psi = f + i$

« $i$  – величина преодолеваемого подъёма ( $i = 0$ ).»[2]

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

«где  $\delta_1$  - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;  $\delta_2$  - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:  $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$ .»[2]

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

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
------	------	------	------	------

$\delta \mathcal{U} \angle$	1,419	1,211	1,115	1,070	1,048
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 2ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 3ей передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 4ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 5ой передаче, м/с <sup>2</sup>
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 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 2ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 3ей передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 4ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 5ой передаче, с <sup>2</sup> /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:»[2]

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

«С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением  $j = const$ , которому соответствуют значения  $(1/j) = const$ . Эти величины можно определить следующим образом:»[2]

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

«где  $k$  – порядковый номер интервала.

Заменяя точное значение площади под кривой  $(1/j)$  в интервале  $\Delta V_k$  на значение площади прямоугольника со сторонами  $\Delta V_k$  и  $(1/j_{CP})_k$ , переходим к приближённому интегрированию:»[2]

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

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

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

$t_2$  – время разгона до скорости  $V_2$ .

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице 9:»[2]

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

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

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

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

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

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом :»[2]

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

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

Путь разгона от скорости  $V_0$

до скорости  $V_1$ :  $S_1 = \Delta S_1$ ,

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

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

Результаты расчёта заносятся в таблицу 10:»[2]

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

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

### 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:»[2]

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

« $N_f$  - 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 ( $N_i = 0$ ).

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению.»[2] Расчетные данные в таблице 11 и таблице 12.

Таблица 11 - Мощностной баланс

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

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

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

### 2.1.14 Топливо-экономическая характеристика

«Для получения топливо-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.»[2]

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

«где  $g_{E \min} = 290$  г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.»[2]

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

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

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

«Результаты расчётов сводят в таблицу 13 и представляют в виде графика.»[2]

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

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

## 2.2 Расчет подвески автомобиля LADA Vesta

«Исходные данные

Снаряженная масса

$$m_o = 1230 \text{ кг}$$

Масса колеса

$$m_k = 15 \text{ кг}$$

Угол наклона оси поворота колеса

$$\delta_o = 2^\circ$$

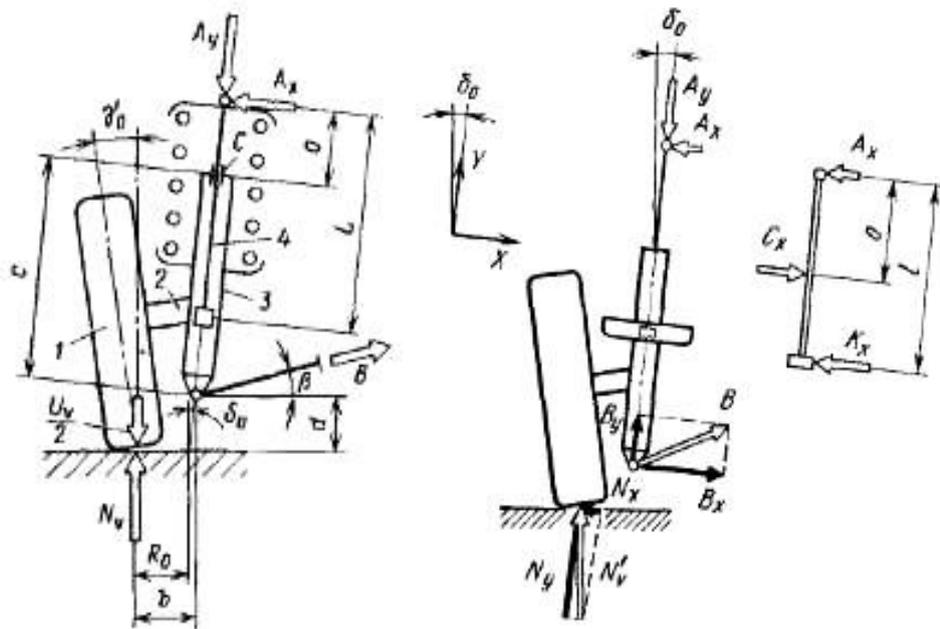
Плечо обкатки

$$R_o = 0,019 \text{ м}$$

Угол наклона нижнего рычага к оси X

$$\beta = 30^\circ$$

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



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

Рисунок 14 – Силы, действующие в подвеске Макферсон

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

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

«Нагрузка на колеса

Масса автомобиля в снаряженном состоянии составляет:

$$m_{a1} = m_o \tag{43}$$

Проектная (конструктивная) нагрузка автомобиля: »[5]

$$m_{a2} = m_o + 3 \cdot m_k \tag{44}$$

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

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

$$m_{a3} = m_o + 5 \cdot m_ч + 5 \cdot m_б \quad (45)$$

«Распределение массы автомобиля по осям»[5]

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

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

«где  $m_n$  – масса, приходящаяся на переднюю ось,

$m_з$  – масса, приходящаяся на заднюю ось,

$k_a$  – коэффициент развесовки. Примем:

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

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

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

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

$$G_з = m_з \cdot g \quad (49)$$

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

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

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

Таблица 14 – Полученные результаты

Параметр	Загрузка автомобиля		
	Снаряженная	Пр оектная	Полная
Коэффициент развесовки	0,63	0,56	0,51
Масса а/м, кг	1230	1455	16 23
Масса а/м на переднюю ось, кг	627	742	844
Нагрузка на переднюю ось а/м, Н	6149	7277	82 78
Нагрузка на передние колеса а/м, Н	3074	3638	41 39

«Поддрессоренные и неподдрессоренные массы

Масса неподдрессоренных частей передней оси автомобиля: »[5]

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

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

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

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

$$m_{пм} = m_n - m_{нп} \quad (52)$$

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

Таблица 15 – Данные передней подвески

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

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

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

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

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

$$b = 0,0312 \text{ (м)}$$

«где  $A_x$  – сила нагружающая шток амортизатора на изгиб;

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

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

«где  $U_y$  – вес неподдрессоренных частей»[5]

$$U_y = m_{нп} \cdot g \quad (56)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 16 – Результаты для передней оси

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

## «Определение параметров шин

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

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

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

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

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

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

Радиус колеса:

$$r = \frac{d_{ш}}{2} \quad (64)$$

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

Грузоподъемность шины:

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

$$d_0 + B$$

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

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

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

$$G_{ш} > N_v \quad (66)$$

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

«Следовательно, условие выполнено.

Расчет упругого элемента подвески »[5]

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

МСС

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

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

«Тогда жесткость передней подвески: »[5]

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

$$C = 18,14 \text{ (кг/см)}$$

«При проектировании подвески расчетной является

конструктивная нагрузка, приходящиеся на ось.

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

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

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

$$i_Y = A_Y / N_v \quad (69)$$

$$i_Y = 1,063$$

$$C_{II} = 19,28 \text{ (кг/см)}$$

Упругий компонент проектируемой подвески состоит из двух поэтапно объединённых пружин, одна из которых обладает наибольшей жесткостью.

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: »[5]

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

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

$$C^{o_{II}} = 50 \text{ (кг/см)}$$

$$C^{d_{II}} = 30 \text{ (кг/см)}$$

$$C_{II\Sigma} = 18,8 \text{ кг/см}$$

«Определим число рабочих витков пружины: »[5]

$$z = \frac{G_{II} \cdot d_{II}^4}{3} \quad (71)$$

$$8 \cdot C_{II} \cdot D_{CP}$$

«где  $G_{II}$  – модуль Юнга II-го рода, кг/см<sup>2</sup>,  $G_{II} = 780000$  кг/см<sup>2</sup>;

$d_{II}$  – 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: »[5]

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

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

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

«Фактическую жесткость пружин: »[5]

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

$$C_{II}^o = 35,0 \text{ кг/см}$$

$$C_{II}^d = 25,0 \text{ кг/см}$$

$$C_{\Sigma} = 14,6 \text{ кг/см}$$

Фактическую же жесткость подвески:

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

$$C_{II} = 12,93 \text{ кг/см}$$

Нагрузка на колесо:

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

Таким образом:

при снаряженной нагрузке  $P_k^c = 2642,2$  (Н)

при конструктивной нагрузке  $P_k^k = 3241,7$  (Н) при полной

нагрузке

$P_{\kappa}^{\Pi} = 3774,3$  (Н) Статический

прогиб пружин:

$$f = \frac{P_{\kappa}^{\Pi}}{C} \quad (76)$$

$$f^0_{CT} = 86,3 \text{ (мм)}$$

$$c_T = 120,6 \text{ (мм)}$$

«Суммарный статический прогиб пружин: »[5]

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

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

«Частота свободных колебаний: »[5]

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

$$n_0 = 66,0 \text{ (рад/мин)}$$

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

$$h_{\Pi} = K \cdot \frac{P_{K\Pi}}{C_{\Pi}} \quad (79)$$

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

$$h^o_{\Pi} = 158 \text{ (мм)}$$

$$h_{\Pi} = 138 \text{ (мм)}$$

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

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

$$H^o_3 = 76 \text{ (мм)}$$

$$H^{\Delta}_3 = 86 \text{ (мм)}$$

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

«где  $\Delta$  – коэффициент динамичности минимальный зазор между витками,

примем  $\Delta = 2$  мм. »[5]

$$H^o_2 = 84 \text{ (мм)}$$

$$H^{\Delta}_2 = 97 \text{ (мм)}$$

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

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

$$H^o_0 = 242 \text{ (MM)}$$

$$H^d_0 = 235 \text{ (мм)}$$

«Определим статический прогиб: »[5]

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

$$h^o_{CT} = 86 \text{ (мм)}$$

$$h^d_{CT} = 121 \text{ (мм)}$$

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

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

$$H^o_1 = 156 \text{ (мм)}$$

$$H^d_1 = 114 \text{ (мм)}$$

«Нагрузка пружины при статической длине: »[5]

$$P_1 = P^c_k \quad (85)$$

$$P^o_1 = P^d_1 = 3019,8 \text{ (Н)}$$

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

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

$$P^o_2 = 5529 \text{ (Н)}$$

$$P^d_2 = 3455 \text{ (Н)}$$

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

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

$$P^o_3 = 5832 \text{ (Н)}$$

$$P^d_3 = 3722 \text{ (Н)}$$

«Определение напряжений в пружинах

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

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

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

«где  $P$  – действующая нагрузка;

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

$$k = 1 + 1,5 \cdot \frac{d_{\text{пр}}}{D_{\text{сп}}} \quad (88)$$

$$k^o = 1,16$$

$$k^д = 1,16$$

«Касательное напряжение при статической нагрузке: »[5]

$$t^o_{\text{ст}} = 510 \text{ (МПа)}$$

$$t^д_{\text{ст}} = 559 \text{ (МПа)}$$

«Касательное напряжение при динамической нагрузке»[5]

$$t^o_{\text{д}} = 934 \text{ (МПа)}$$

$$t^д_{\text{д}} = 1023 \text{ (МПа)}$$

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

$$t^o_3 = 986 \text{ (МПа)}$$

$$t^д_3 = 1080 \text{ (МПа)}$$

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

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

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

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

«Проверим для основной пружины: »[5]

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

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

«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. »[5]

## «Определение упругой характеристики подвески

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

$$f_{отб} = 75 \text{ (мм)}$$

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

$$f_{сж} = 70 \text{ (мм)}$$

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

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

колесо:

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

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

$$P_{кМАХ} = 5529 \text{ (Н)}$$

«Жесткость резиновых буферов: »[5]

$$C^{отб}_Б = 69,2 \text{ (кг/см)}$$

$$C^{сж}_Б = 25,0 \text{ (кг/см)}$$

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

Таблица 17 – Упругая характеристика

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

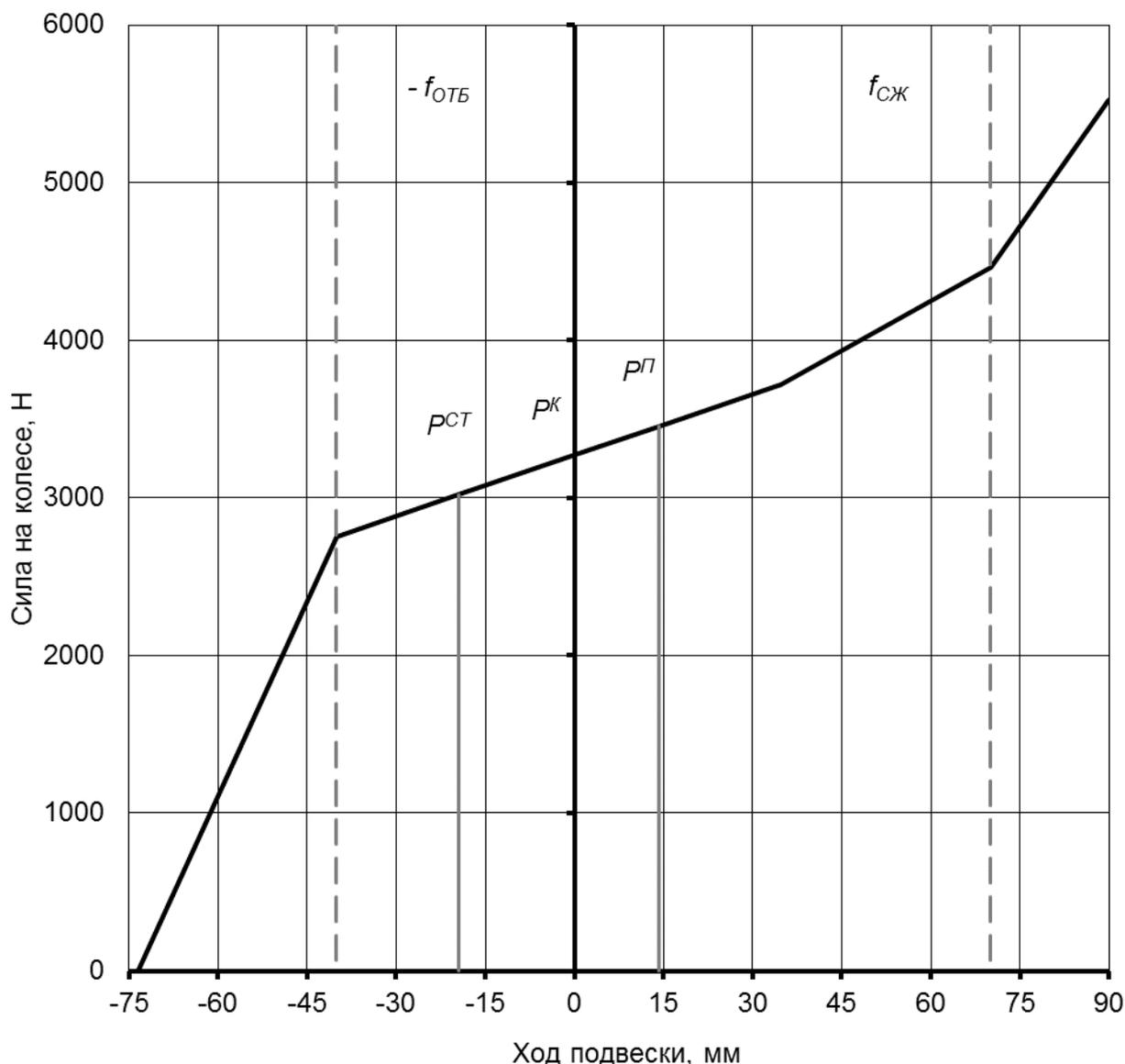


Рисунок 15 – Упругая характеристика передней подвески

#### «Расчет угловой жесткости подвески

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

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

Рассчитаем угол крена для бокового ускорения автомобиля  $j_Y = 4 \text{ м/с}^2$  При этом подвеска наружного колеса совершает ход сжатия, внутреннего колеса – ход отбоя. Нормальная жесткость подвески определяется по формуле: »[5]

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

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

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

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

$C_Y = 17671 \text{ (Нм/рад)}$  Угол крена подвески определяется»[5]:

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

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

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

«Угол крена не должен превышать  $4^\circ \Rightarrow$  условие не выполняется. Необходимую дополнительную жесткость подвески найдем из условия равенства крена: »[5]

$$C_{Y\bar{2}} = m_0 \cdot g \cdot h_g + \frac{m_0 \cdot j_Y \cdot h_g}{\varphi} \quad (94)$$

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

$$C_{Y\bar{2}} = 29794 \text{ (Нм/рад)}$$

$$\Delta C_Y = C_{Y\bar{2}} - C_Y \quad (95)$$

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

## «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 подпрессоренной части. Он увеличивает угловую жесткость подвески, уменьшая угол крена подпрессоренной 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»[5]. Схема стабилизатора на рисунке 16.

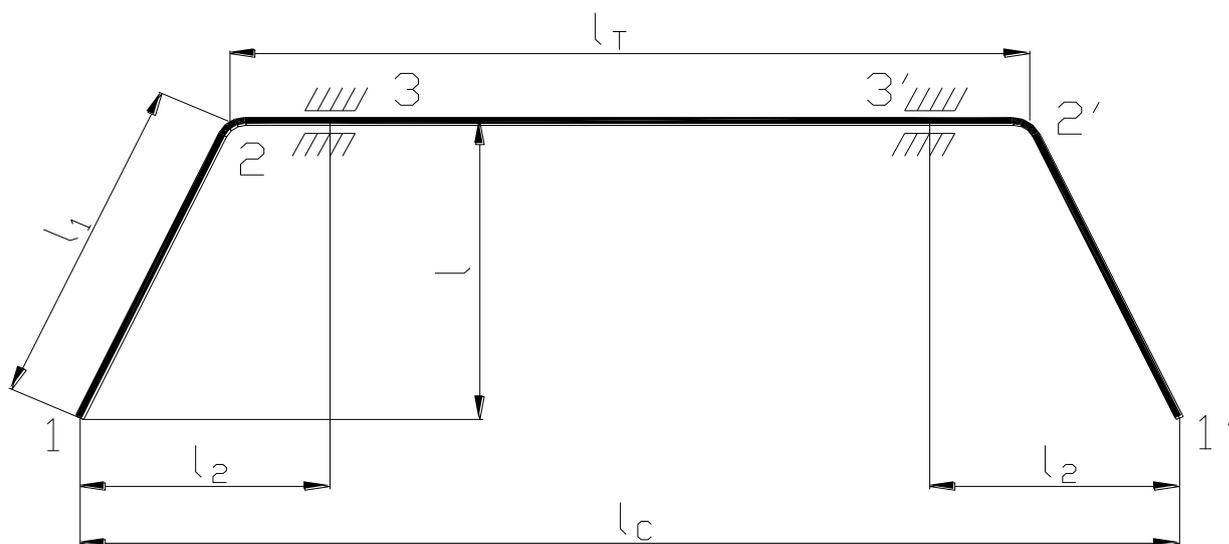


Рисунок 16 – Схема стабилизатора поперечной устойчивости [5]

«Исходные данные для проведения расчета стабилизатора:

Перемещение одного конца стабилизатора относительно другого: »[5]

$$f_c = 105 \text{ (мм)}$$

Геометрические параметры стабилизатора, в соответствии с рисунком:

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

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

Жесткость стабилизатора:

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

где  $J$  – момент инерции,  
см<sup>4</sup>.

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

$$J = 1,150 \text{ (см}^4\text{)}$$

$$C_T = 24,67 \text{ (кг/см)}$$

Усилие  $P$ , приложенное к концам стабилизатора:

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

$$P_{CT} = 2539,9 \text{ (Н)}$$

«Наиболее опасное сечение стабилизатора находится в точке 2.

Изгибающий момент в опасном сечении: »[5]

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

$$M_{изг} = 533,38 \text{ (Нм)}$$

«Напряжение изгиба в опасном сечении: »[5]

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

$$\pi \cdot \frac{\text{---}}{32}$$

$$\sigma = 510,2 \text{ (МПа)}$$

«Крутящий момент в опасном сечении: »[5]

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

$$M_{KP} = 507,98 \text{ (Нм)}$$

«Напряжение кручения в опасном сечении: »[5]

$$\tau = \frac{M_{KP}}{d^3} \quad (102)$$

$$\pi \cdot \frac{\quad}{16}$$

$$\tau = 243,0 \text{ (МПа)}$$

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

$$\sigma_{IP} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2}, \quad (103)$$

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

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

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

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

«Демпфирующая характеристика подвески

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

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

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

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

$$K_{II} = \frac{F_A}{V \cdot i^2}, \quad (105)$$

$II \quad x$

«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. »[5]

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

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

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

$$V_{II} = 314 \text{ мм/с}$$

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

$$F_A \approx \frac{F_{OTB} + \frac{F_C}{J}}{2} \quad (107)$$

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

Возьмем соотношение отбой / сжатие:  $d = 4$

Тогда:

$$F_{OTB} = 4 \cdot F_{СЖ} \quad (108)$$

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

«Усилие на ходе сжатия амортизатора:»[5]

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

$$i_X = 1 \sqrt[0]{\text{tg}^2(\delta - \alpha) + \text{tg}^2(\varepsilon)}, \quad (110)$$

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

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

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

$$K_{II} = 343,9 \text{ (кгс/м)}$$

$$\Psi_{II} = 0,25$$

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

Важную роль для обеспечения колебаний колес без отрыва от дороги играет величина относительного демпфирования колебаний колеса.  
»[5]

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

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

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

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

### 3 Безопасность и экологичность объекта

Большую часть жизни человека происходит в антропогенных системах. Активные хозяйственные мероприятия - осваивать новые территории, «преобразовать природу», создавать искусственные экосистемы, такие как город, неизбежно приводили к усугублению состояния экологической среды и соответственно, качества жизни человека.

Автотракторные сельхозпредприятия по конфигурации, месторасположению, функционированию промышленного периода подразумеваются техногенными истоками для любых заселённых пунктов.

Особенность автотранспортных предприятий по охране труда - на ограниченном участке имеется большое число циклов производства, в которых выполняются ремонт, помывка, окраска, монтаж, тестирование и иные работы.

Эти виды работ связаны с опасным и вредным производственным фактором, воздействующим на человека во время работы, и с определённым давлением окружающей среды - сточные, ливневоды, воздуха, выбрасываемого из вентиляционных систем, стоянок автобусов, автомобилей и горячих цехов и так далее.

Поэтому необходимо четкое инженерное решение задач, направленных на обеспечение безопасности людей в производстве и снижение антропогенного воздействия автотранспортных предприятий к окружающей среде. В процессе работы человек обращается к объектам труда, к орудиям труда, к остальным людям. К тому же на него воздействуют всевозможные аспекты промышленной обстановке, там где творится деятельность: теплоёмкости, сырости и движения воздуха, звука, вибрации, вредных веществ.

Все это в целом характеризует определённые условия труда человека. Большая часть трудовых условий зависит от здоровья и работоспособности человека, от его отношения к работе и от результатов труда человека. При плохой обстановке резко ухудшается производительность работы и возникают

предпосылки к травмам и профессиональным заболеваниям.

### 3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

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

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

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

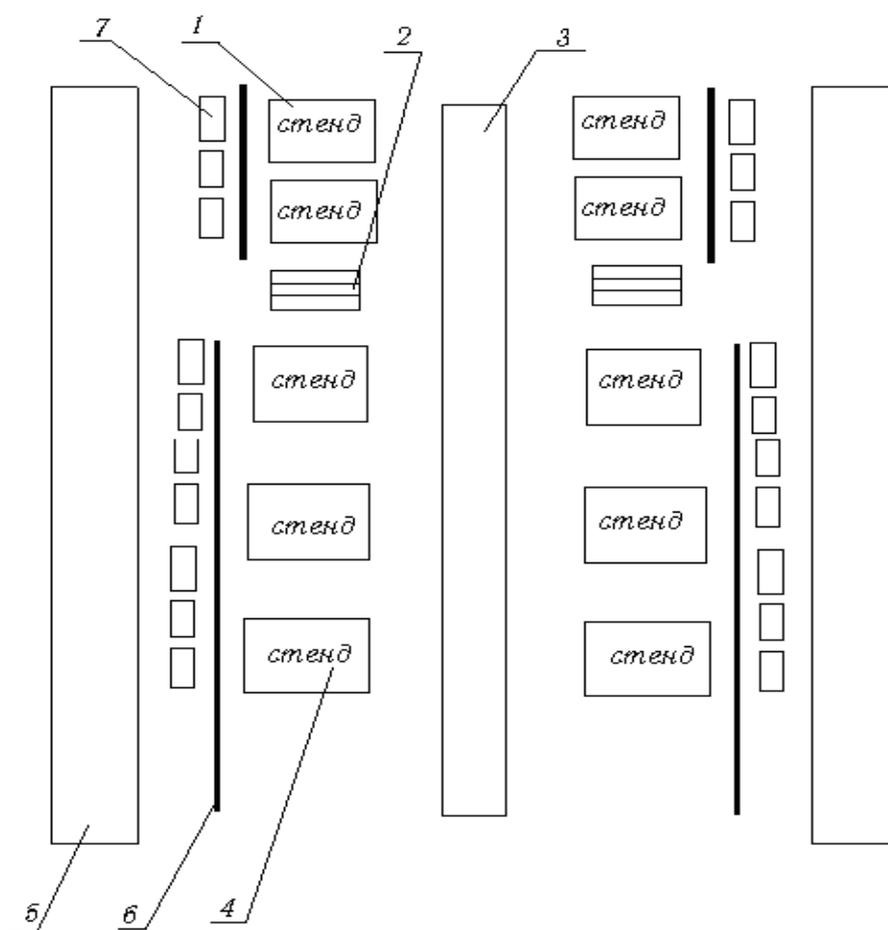
Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка представлено в таблице 18.»[7]

Таблица 18 – Список оборудования

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

Продолжение таблицы 18

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



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

Рисунок 17 – План участка сборки

### 3.2 Воздействие опасных и вредных производственных факторов на работающих

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

Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны.

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

Повышенная температура поверхности оборудования приводит к ожогам поверхности тела человека.

Повышенный уровень шума, вибраций.

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

Повышенное значение напряжения в электроцепи. Повышенный уровень статического электричества.

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

- Электролитическое: разложение крови и плазмы;»[7]
- «Термическое: нагрев тканей, сосудов человека, нервов, возникают ожоги;
- Биологическое: раздражение и возбуждение живых тканей организма, непроизвольное сокращение мышц, что может привести к прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения.

Влажность.

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

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

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

Естественное освещение обладает высоким биологическим и санитарным значением и сильно влияет на психологию человека и, в конце концов, на производственную травматизацию и трудовую производительность. Таким образом, в летнее время года, благодаря большому использованию естественного света, количество случаев несчастного случая существенно меньше в осеннее-зимнее время года. Чтобы защитит от слепых действий прямых солнцезащитных лучей и их отражения от блестящей детали, световые проёмы покрывают тонкой краской или простой стекло заменяют матовой. Использовать только местное освещение не разрешено, поскольку резкое контрастирование ярких и не ярких мест вредит зрению работников, уменьшает скорость работы и иногда приводит к несчастным случаям. Пульс световых потоков негативно сказывается на глазах человека, оказывает боли, раздражение, приводят к снижению зрения человека. Острая кромка, заусенец, шероховатая техника, инструменты и заготовки при неправильном применении специальных защитных мер, например, нехватка кожухов, могут вызвать опасные травмы: порезы, инфекции. Это ухудшает производительность человека. Химические и производственные пыли.

В организм человека проникают токсические вещества через дыхательные органы, кишечник и кожу. В воздухе рабочей комнаты вдыхаются токсины, и входят в лёгкие. После них всасываются яды в кровь, распространяются по всем органам и тканям организма, а затем происходит отравление всего организма и органов. Яды проникают в пищеварительную систему, когда токсические вещества попадают на слизистую оболочку ротовой полости. Далее направляются в печень яды, где части их обезвреживают, но большинство их разносятся по всему телу. Через кожу проникают вещества, хорошо растворимые в жире, такие как бензол и тетраэтилсвинец. Часть яда задерживается в желудке, мышцы, селезенке, костях, вызывая болезни.

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

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

Параметры микроклимата.

Температура воздуха определяется количеством тепловыделений, источниками которых могут быть нагретые металлы. Согласно санитарным нормам данное помещение по избыткам тепловыделений, воздействующих на изменение температуры воздуха относится к «горячим» с избытками теплоты более  $23\text{ Дж/м}^3\cdot\text{с}$ .

Влажность воздуха достигает 70 %.»[7]

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

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

### **3.3 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда**

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

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

Требования к техническим процессам.

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

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

- «шум и вибрация поддерживаются в пределах нормы с помощью применения в местах источников шума станка прокладочных материалов, а также с помощью виброгашения, основанного на принципе жесткого крепления оборудования и применение виброгасящих»[7]
- «кроме технических мероприятий в цехе предусматриваются обеспечение персонала спецодеждой, спецобувью и другими индивидуальными средствами защиты (очки, рукавицы и т. д.)

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

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

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

Комплексная система вентиляции включает в себя принудительную и естественную.

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

Средства индивидуальной защиты работающих. Рабочие и служащие цехов и участков обработки резанием для защиты от воздействия опасных и

вредных производственных факторов должны быть обеспечены спецодеждой, специальной обувью и предохранительными приспособлениями.»[7]

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

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

Средства защиты рук от СОЖ – ГОСТ 12.4.068 – 79.

Средства защиты глаз – защитные очки ГОСТ 12.4.003 – 80.

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

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

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

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

Специальная одежда по ГОСТ 12.4.038 – 78.

Специальная обувь для защиты от повышенных температур ГОСТ 12.4.050 – 78.

Средства защиты рук – специальные рукавицы ГОСТ 12.4.010 – 78, защитные дерматологические средства ГОСТ 12.4.068 – 79.

Требования безопасности, предъявляемые к оборудованию»[7]

Главным требованием охраны труда, предъявляемым в ходе разработки техники и машин, отдельных узлов и оборудования в целом является

безопасность для работника. Конечно, немаловажно, чтобы в использовании все было удобно и максимально надежно. И на данный момент есть установленные стандарты безопасности труда, которые нужно соблюдать.

В первую очередь безопасность оборудования, используемого на производстве обеспечивается грамотным подбором принципов работы, конструктивных решений и рабочих элементов, параметров процессов и так далее. Но при этом отдельного внимания заслуживают средства защиты, и лучше всего чтобы они сразу вписывались в конструкцию оборудования. В качестве защиты должны выступать элементы многофункционального типа, то есть они сразу должны решать ряд задач. К примеру, в случае с конструктивными особенностями механизмов, в обязательном порядке станина должна не только обеспечивать ограду опасных предметов, но также снизить уровень шума при выполнении работы, а также минимизировать вибрацию, оградить абразивный круг заточной техники должно совпадать с системой локальной вытяжки.

Что соприкасается систем чрезмерной угрозы, то они необходимы быть исполнены с мониторингом дополнительных условий Госгортехнадзора. Если присутствуют электрические провода, то нужно в обязательном порядке следовать правилам устройства электрических установок. При использовании рабочих тел под высоким давлением, не соответствующим атмосферному, также следует опираться на требования Госгортехнадзора. Всегда обеспечиваются средства защиты от ионизированного или электромагнитного излучения, загрязнений и воздействия лучистого тепла.

Надежность работы техники определяется возможностью сбоя или нарушения в процессе эксплуатации. Ведь самые разные сбои могут повлечь за собой серьезные последствия, это как минимум аварии на производстве или травмы. Огромное значение в обеспечении безопасности играет прочность оборудования и установок. Конструкционная прочность определяется в первую очередь прочностными характеристиками основного используемого материала для изготовления, а также соединительных элементов. Немаловажным условием являются и условия эксплуатации, к

примеру, наличие смазочного материала или возможности возникновения ржавчины под воздействием окружающей среды, повышенный износ и так далее.

В процессе эксплуатации стоит учитывать и исправность измерительных и контрольных приборов, система автоматической регуляции и так далее. Если автоматика не работает, то нужно подключать к работе обслуживающий персонал. Исходя из этого, рабочее место оператора нужно проектировать с учетом возможных физиологических особенностей и психологической устойчивости человека, а также нужно принимать в расчет антропометрические данные. Важно, чтобы оператор мог максимально быстро и при этом грамотно считать все показания контрольного оборудования, четко воспринять тот или иной сигнал и так далее. При избытке механизмов управления оператор с большой долей вероятности будет быстро испытывать утомление. Нужно чтобы все рычаги и элементы управления были в беспроблемной доступности, хорошо различимы и удобны для управления. Чаще всего расположены такие элементы на самом оборудовании или отдельно на специальном пульте, расположенном в непосредственной близости к самому оборудованию.

Абсолютно все виды оборудования должны быть удобны для осмотра и обслуживания, разборки, настройки, смазки и так далее. В общем не должно быть никаких проблем в ходе работы.

Степень утомления персонала, работающего на основных видах оборудования связана в первую очередь с физической нагрузкой, но стоит учитывать и психологическое утомление. Ведь обстановка часто играет свою роль при работе, даже выбор цвета в большинстве ситуаций имеет огромное значение.

Инструкция по охране труда для слесаря-механика сборочных работ

Основные требования перед рабочим процессом

- важно привести в полный порядок собственную робу, застегнуть рукава и тем самым обезопасить кисти рук; в общем сделать все так, чтобы не было развивающихся концов, которые могут зацепиться за

- оборудование; рабочая одежда в обязательном порядке должна соответствовать нормам средств индивидуальной защиты;
- в процессе работы с использованием сож, нужно использовать только закрытую обувь, нанести на руки защитный состав, и в зоне повышенного шума использовать беруши;
  - рабочее место должно быть в чистоте и полном порядке;
  - оценить фронт работ и составить алгоритм действий, подготовить требуемый инвентарь и разместить все на рабочем месте так, чтобы было удобно пользоваться; важно понимать, что весь инструмент и инвентарь тоже должен быть в полном порядке, исправный и полностью рабочий;
  - убедиться в том, что все детали, поступившие для сборки на конкретный участок, расположены в соответствующих контейнерах или ной таре, но чтобы все соответствовало установленным нормам;
  - все пусковые устройства тоже должны быть в порядке, как и ограждения или блокиратор автоматике оборудования;

Требования к безопасности при работе:

1. При подготовительных манипуляциях нужно убедиться в исправности сборочных установок, электрического или пневматического инструмента на холостом ходу. При необходимости провести настройку осветительного оборудования таким образом, чтобы рабочая зона была хорошо освещена и было комфортно работать.

2. В механизме деятельности на механосборочных прессах подключение осуществлять только клавишами или переключателями двуручного ведения. При движении штока руками трогать деталь категорически запрещено, как и блокировать кнопки включения и выключения.

3. При работе с ударным оборудованием нужно использовать специальный защитный экран или очки, а также принять ряд мер чтобы исключить риск получения травмы.

4. Не допускается:

- работа на сборочном прессе при снятом или даже неисправном ограждении;
  - выполнять загрузку деталей, при работающем оборудовании тем более при наличии вращающихся элементов;
  - пускать посторонних людей на место работы;
  - эксплуатировать технику с самопроизвольным включением, переключаться на автоматику или принудительно воздействовать на электрические клапаны, блокировать устройства ограждения, выключатели и так далее; так как в противном случае повышается риск получения травмы;
  - начинать рабочий процесс при неисправных сигнальных устройствах на пульте управления, указывающих на включение или отключение линии;
  - начинать работу, надежно не закрепив обрабатываемый элемент или даже при неверном расположении данного элемента;
  - в процессе работы оборудования самостоятельно опускать подъемный механизм, транспортное устройство и механизм поворота, механику и так далее;
  - устанавливать или снимать, крепить изделие или инструмент, мерить детали и проводить другие манипуляции, которые не предусмотрены технологией выполнения данной работы;
5. При переходе через транспорт линии использовать мостик.
  6. В обязательном порядке выключить оборудование их сети:
    - если оператор уходит с места работы даже не пару минут; но не в ситуации, если поручено обслуживание сразу нескольких станков;
    - при прекращении работы на определенный срок;
    - при перерыве в подаче электрической энергии;
    - в процессе обслуживания, при уборке или смазке, чистке и так далее;
    - если есть неисправность, которую нужно устранить;

7. В случае необходимости подтянуть гайки или болты, и иные соединительные элементы.

8. Нужно все съемные детали из контейнера укладывать устойчиво на заранее подготовленное место. Ни в коем случае не нужно их перебрасывать.

9. В процессе эксплуатации сверлильных установок или подобного оборудования, в первую очередь нужно пройти инструктаж. Деталь для обработки закрепляют максимально прочно в тиски или планками на столе.

10. Не работать в перчатках или не притрагиваться к сверлу во время вращения. Возникающую стружку при работе устранять только щеткой или крючком, и лишь после окончательной остановки вращающего элемента.

Требования безопасности по завершении рабочего процесса:

- нужно полностью проверить технику и убедиться в том, что все выключено;
- ручной инструмент нужно положить на свое место;
- убедиться, что смазывающие и охлаждающие жидкости расположены на своих местах;
- привести в порядок робу;
- помыть руки;

Правила пожарной безопасности на месте работы

Пожарная безопасность на данный момент представляет собой полноценный комплекс организационных мер, а также технических средств, нацеленных на предупреждение воздействия опасных для работников пожарных факторов, а также для минимизации ущерба материального характера.

Противопожарная поддержка субъектов промышленного предназначения гарантируется в первую очередь высокообразованным отбором информативности огнестойкости, по группировке возгораемости колонны на производственном месте негорючие по пределу огнестойкости. Важно ограничить распространение огня при возникновении открытого очага. Нужно обваловать и бункеровать взрывоопасные участки. Нужно

использовать системы противодымной защиты и разработать план эвакуации с объекта людей, при этом настроить автоматические системы оповещения и пожаротушения.

Огромное значение при выполнении мер пожарной безопасности, а также взрывобезопасности играет оценка безопасности на производстве.

Опираясь на строительные нормы и правила указанные в своде норм и правил, производственные склады, как и здания по взрывопожарной и взрывной опасности делят на категории А, Б, В, Г, Д.

К примеру, участок производства по обработке деталей узла – это участок Г. То есть на производстве используется вещества, которые не горят в независимости от состояния.

Если во время обработки выделяется лучистая теплота или искры, а в случае возгорания используют порошковый огнетушитель ОП-10А, то это группа Д.

#### Обеспечение электробезопасности на производстве

По электрической безопасности участок производства по сборке узла относят к особенно опасным, так как относительная влажность достигает отметки в 70%. При этом что среда химически активная, что негативным образом сказывается на изоляции электрического оборудования. Так что требуется определенная конструкция установок, использование технических способов, а также средств защиты, проведение технических или организационных мероприятий.

Главными техническими методами и средствами защиты от поражения электрическим током является заземление и разделение сетей, а также отключение. Разумеется, нужно качественно изолировать токоведущие части. Ну и требуются знаки безопасности, предохранительные приспособления и ограждения.

#### Экологическая экспертиза объекта

Для того чтобы защитить людей, нужно предпринимать меры и соблюдать предельно допустимые вредные вещества, выбрасываемые в окружающую среду.

Для того чтобы защитить атмосферу на объекте применяют специальные установки для очистки воздуха в участках, где располагается малярное или заточное оборудование. Для этого служит:

- обеспыливающее механическое оборудование, где пыль оседает при воздействии силы тяжести, центробежной силы или просто инерции;
- присадки к топливу для минимизации вредных выбросов, сажи, углеводорода и так далее;

Помимо всего прочего на рабочем месте создают стоки для ливневых, производственных или бытовых вод, или вод при мойке авто. Что касается хозяйственно-бытовых стоков, то они направляются в центральную канализационную систему, где утилизируются на отведенных участках. Иные виды сточных вод очищаются на специальном оборудовании. В первую очередь выполняется механическая очистка, то есть отстой, где удаляется взвесь и дисперсно-коллоидные частицы. В завершении с поверхности воды собираются и утилизируются все продукты.

Для очистки сооружений ливнеотоков и мойки авто используют специальное ЖБ оборудование, которое включает в себя:

- песколовку;
- мусоросборник;
- фильтрующий атрибут;
- компонент автоматизации устранения углеводородов;
- усадка;

Результативность использования вышеуказанного из строений подтверждается посредством подбора проб выкидываемого их них воздуха и проведения анализа в лабораторных условиях. И после этого полученные данные сравнивают с нормой допустимых выбросов соответствующими инстанциями. Если же норма превышена, то нужно внести в технологический процесс коррективы, или просто улучшить систему очистки.

Защита персонала при аварийных ситуациях

Если появляется чрезвычайная ситуация, то в первую очередь отключается все оборудование аварийным выключателем, к примеру:

- если в транспорт автоматизированной линии попадает посторонний предмет, как и на позицию выгрузки или загрузки;
- если человек в опасной зоне;
- при возгорании электрического оборудования;
- в случае короткого замыкания;
- при неверной ориентации элемента на транспорте в рабочем положении;
- при срабатывании любого агрегата, который в свою очередь может повлечь за собой серьезную поломку;

Если работник получил травму, нужно незамедлительно оказать первую медицинскую помощь, а также оповестить начальство по происшествии. Разумеется, сам пострадавший должен отправляться в медпункт.

При возгорании или природном катаклизме нужно обеспечить возможность оперативной эвакуации сотрудников. В соответствии со СНиП П-2 – 80, должно быть как минимум 2 пожарных выхода.

- должна быть только одна дверь, ведущая к пожарному выходу, в независимости от этажа;
- допустима работа пяти человек на площади не более 110 квадратных метра, где производство категории а, б, е;
- если площадь достигает 300 квадратных метров, то должно работать не более 25 человек с производством категории в;
- и 50 человек на площади территории не менее 600 квадратов с производством категории г и д;

Важно отметить, что эвакуационный выход из цокольного этажа проектируется в помещении, расположенном исключительно на первом этаже. Ширина лестничного проема должна составлять как минимум 70 сантиметров и уклон 1:1 и не больше. При соблюдении всех установленных норм и требований на предприятии не возникнет никаких проблем даже при

аварийной ситуации. Это крайне важно, так как от этого зависит безопасность какого либо сотрудника предприятия и эффективность рабочего процесса. При этом налаженная система минимизирует риски и убытки компании.

#### **4 Технологическая часть**

В широком понимании технология представляет собой совокупность приемов и методов получения и обработки сырья материала, полуфабриката, изделий, выполняемых в процессе изготовления изделий. А если говорить простым языком, то технология представляет собой комплекс организационных мероприятий, направленных на создание обслуживания ремонта и эксплуатации изделий номинального качества и оптимальных расходов и определяющих текущее развитие науки и техники.

В целом она разработана инженерами, программистами и другими специалистами предприятия, работающими в соответствующих сферах.

Технология, как правило, рассматривается по конкретной отрасли производства, различает технологии машиностроения, информационных, телекоммуникационных, инновационных, социальных, педагогических, строительных, химических и других. В результате выполнения технологических процессов, состоящих из совокупных технологических действий, происходит качественное изменение обрабатываемой среды, ее форма строения материального технического и потребительского свойств, чтобы технологический процесс был технологическим должен иметь обязательные признаки.

Выбирать предметы труда, функционал, наук ёмкость, иметь материально-техническое обеспечение в соответствии с техническим заданием, соблюдать заданную технологию - все эти самые важнейшие понятия, необходимые для правильного соблюдения технологий. Выбирать предметы труда – предметы труда в технологическом производстве – материалы, энергоресурсы, информация, предметы живой среды и общественной среды – этот список включает в себя все компоненты живой, неживой и искусственных материальных сред, техносферу, которая используется для изготовления потребительских товаров. Функционирование означает соответствие своей задаче, в технологиях объединены средства и методы воздействия на выбранный объект труда, методики получения или трансформации выбранного объекта труда в большинстве случаев зависят от средства труда, таких как, к примеру, существует различное средство труда для изготовления подшипника. Источники теплоты, научность в разработке новой техники должны учитывать, научные результаты технологии напрямую зависят от знаний общества, квалификации сотрудников, наличия материально-технических ресурсов, необходимых для обеспечения производства. Материальная и техническая база представляет собой комплекс средств производства материалов и веществ, которые необходимы для осуществления деятельности предприятия, не входят в состав производства, но являются необходимой базой для работы производственной системы – зданий, подъездных путей, мостов коммуникаций, источников и линий

электропередач. В соответствии с техническим заданием предназначение каждой технологии - удовлетворение любых потребностей человека, и поэтому в технологиях чётко, с указанием качество и количество задаются желаемые конечные результаты или продукты. Соблюдение технологии, специфики структуры, последовательность действий в технологической системе всегда точно задано, нельзя изменять, она определяет алгоритм точное неизменное действие, если это правило нарушено, получится абсолютно другой продукт, или ничего не получится. Если технологическая операция и соответствующий метод воспроизводится стереотипным образом, т.е. повторно в том же неизменном порядке, то получится тот же результат, почти не отличающийся от предыдущего результата. По этим признакам процесса технологических процессов можно получить новое полное определение понятия технологий - строго организованного или построенного по алгоритмам, комплекса действий, организационных действий и методик воздействия вещества, энергии, информации, объектов живого природного или социального окружения. Качество, ритмичность любого производства определяется соблюдением трудовых технологических и производственных дисциплин, трудовая дисциплина - это порядок производства, обеспечение работников сырьем, инструментом, материалом, трудом без потерь времени. Не соблюдая производственную дисциплину, нарушается принцип организации трудовых процессов в пространстве и времени - это порождает хаос и беспорядок, сама работа и ее результативность оказываются под вопросом, потому что они лишены направленности процессов. За организацию производства ответственность несёт работодатель, за ее соблюдение отвечают работники производства, дисциплина является порядком поведения или действия людей, она делится на общую обязательность и специальную общую обязательность - соблюдение законов и правил, установленных государством. Основным законом Российской Федерации является конституция Российской Федерации, специальные дисциплины распространяются на определенные сферы деятельности и обязательны только работникам и сотрудникам какой-либо организации. Специальные дисциплины - школьные дисциплины,

военнослужащие, дисциплина поведения в дорогах, трудовые дисциплины, технологические дисциплины. Техничко-техническая дисциплина является строгим и тщательным соблюдением требований к технологической последовательности производства, содержащихся в документах технологической продукции, нарушение технологической техники приводит к появлению брака, в ряде случаев это может привести к серьезным авариям как на производстве, так и при эксплуатации изделий, изготовленных с нарушением технологической техники. Работникам на производстве следует следовать правилам поведения, регламентированным трудовым кодексом, трудовой кодекс является основным законодательным актом по труду.

#### **4.1 Анализ технологичности конструкции изделий**

В этой части дипломного проекта будет рассмотрен технологический процесс сборки передней подвески легкового автомобиля 2-го класса.

«Общие требования к технологичности конструкции изделия:

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

Конструкция передней подвески удовлетворяет такие требования, как:

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

## 4.2 Разработка технологической схемы сборки

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

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

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

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

Последовательность сборки зависит от конструкции собираемого изделия и степени дифференциации сборочных работ. Наиболее полное и наглядное представление о сборочных свойствах изделия, о его технологичности и возможностях организации процесса сборки дают схемы сборки изделия и установки при сборке. При этом изделие делят на группы, подгруппы и детали. Сборочная единица, непосредственно входящая в состав изделия, называется группой. Сборочная единица, входящие в изделие в составе группы, называется подгруппой. Если сборочная единица непосредственно входит в состав группы, то она называется подгруппой первого порядка. Сборочная единица, входящая непосредственно в подгруппу первого порядка, называется подгруппой второго порядка и т.п. Составные части изделия на схеме обозначают прямоугольником, разделенным на три части: 1) в верхней части вписывают наименование составной части; 2) в

нижней левой части - номер составной части; 3) в нижней правой части - число составных частей.

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

При проектировании сборочных операций определяют последовательность и возможность совмещения во времени технологических переходов, выбирают оборудование, приспособления и инструмент, составляют схемы наладки оборудования, устанавливают режимы работы, определяют нормы времени на технологические операции и соответствующие разряды сборщиков.»[5]

«Сборочные операции строят по принципу дифференциации и концентрации.»[5] «Дифференциация операций позволяет параллельно выполнять узловую и общую сборку и применять высокопроизводительное сборочное оборудование. Это сокращает длительность цикла сборки и, следовательно, повышает производительность труда. Дифференциацию операций используют при поточной сборке, концентрацию - во всех остальных случаях. При концентрации операций технологические переходы выполняют последовательно, параллельно или параллельно-последовательно.

Последовательность сборочных операций определяют на основе схем сборки изделий и установки при сборке, соблюдая следующие требования: 1) предшествующие операции не должны затруднять выполнение последующих; 2) для поточной сборки разбивка процесса на операции должна осуществляться с учетом такта сборки; 3) после операций, содержащих регулирование или пригонку, а также после операций, при выполнении которых может появиться брак, необходимо предусмотреть контрольные операции.»[5]

### **4.3 Составление перечня сборочных работ**

«Перечень выполняется в виде таблицы, содержащей наименования

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

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

Перечень сборочных работ представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень сборочных работ

№ опер	Содержание основных и вспомогательных работ	Время $t_{оп}$ , мин.
1	2	3
1. Узловая сборка стойки телескопической передней подвески		
1	Взять с опоры-вертушки и установить на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев.	0,07
2	Вытянуть шток стойки телескопической до отказа	0,06
3	Установить на стойку буфер хода сжатия с защитным кожухом в сборе	0,03
	Установить на буфер хода сжатия ограничитель хода сжатия верхней опоры	0,02
4	Установить на опорную чашку стойки пружину передней подвески	0,07
5	Сжать пружину передней подвески	0,07
	Установить на верхний виток пружины прокладку изолирующую передней подвески верхнюю	0,02

	Установить на прокладку изолирующую чашку пружины передней подвески	0,02
	Установить шарикоподшипник	0,02
6	Установить на шток стойки чашку пружины передней подвески верхнюю, опору стойки верхнюю с болтами в сборе	0,07
7	Закрепить опору стойки верхнюю гайкой М1 4*1.5, поддерживая спец ключом шток стойки от проворачивания	0,05
8.	Затянуть гайку предельным ключом	0.05
9.	Установить колпак защитный опоры стойки передней подвески	0.06
10.	Отжать пружину стойки телескопической, вынуть стойку пр./лев. из приспособления	0.07
ИТОГО:		0,68
2. Сборка передней стойки с поворотным кулаком и тормозом		
1	Взять с опоры- вертушки и установить на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев. в сборе, уложив ее в ложемент на стенде	0,1
2.	Установить на стенд тормоз передний с поворотным кулаком и ступицей в сборе, совмещая отверстия на кулаке с двумя отверстиями на стойке	0.12
3.	Вставить в верхние отверстия: болт крепления шайбу, а в нижние отверстия: болт М1 2*1.25 и закрепить, не затягивая гайкой М1 2*1.25. Закрывать защитный кожух на защелку	0.07
4.	Подвести упор стенда к пальцу шаровому передней подвески и зафиксировать.	0.07

Продолжение таблицы 19

1	2	3
5.	Сориентировать три болта опоры верхней стойки с силовым механизмом стенда, нажав две кнопки; сжать пружину передней подвески силовым механизмом стенда до статического состояния.	0.1
6.	Подвести индикаторы к плоскости диска переднего тормоза, вращением верхнего болта крепления отрегулировать угол развала $0^{\circ} \pm 15'$ , выводя стрелку на нуль.	0.07
7.	Закрепить гайку крепления окончательно.	0.03
8.	Произвести дозатяжку гаек предельным ключом до 77.5...96.1 Н*м	0.03
9.	Отвести индикаторы от плоскости диска.	0.03
10	Нажатием кнопки освободить пружину и отвести упор от шарового пальца	0.03
11.	Протянуть через три кольца, расположенные на тормозных шлангах, провод тормозных накладок и надеть на контакт колодку. Одеть на контакт датчика износа тормозных накладок колодку. Соединить колодки. <i>Примечание:</i> касание проводов о кронштейн не допускается.	0.07
12.	Установить уплотнитель шланга тормоза в гнездо на стойке	0.06
13.	Проверить качество выполненных операций и поставить личное клеймо	0,06

14.	Снять со стенда собранные стойки телескопические с поворотным кулаком и тормозом в сборе и установить на опору-вертушку.	0,04
ИТОГО:		0,88
Всего $\sum t_{on}$		1,56

«Описание технологического процесса сборки.

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

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

Время в минутах, необходимое для выполнения одной операции (одной единицы продукции) при 100% выполнении программы выпуска, называется тактом и рассчитывается по формуле:»[5]

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

«где  $\Phi_{\partial}$  - действительный (расчетный) годовой фонд времени рабочего места, участка или цеха в часах;

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

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

«Для выполнения операций, длительность которых не укладывается в установленный такт, используют дополнительное оборудование. При потоке передача с позиции на позицию (рабочее место) осуществляется непрерывно в принудительном порядке, что обеспечивает параллельное, одновременное выполнение всех операций на технологической линии.»[5]

Технологическая карта представлена в таблицу 20

Таблица 20 – Технологическая карта

№ опер	Название операции	№ и наименование технологических переходов	Используемое оборудование	Время опер
1	2	3	4	5
	Узловая сборка стойки телескопической передней подвески Сборка передней стойки поворотным кулаком	<p>«Взять с опоры-вертушки и установить на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев.</p> <p>Вытянуть шток стойки телескопической до отказа</p> <p>Установить на стойку буфер хода сжатия с защитным кожухом в сборе</p> <p>Установить на буфер хода сжатия ограничитель хода сжатия верхней опоры</p> <p>Установить на опорную чашку стойки пружину передней подвески</p> <p>Сжать пружину передней подвески</p> <p>Установить на верхний виток пружины прокладку изолирующую передней подвески верхнюю</p> <p>Установить на прокладку изолирующую чашку пружины передней подвески</p> <p>Установить шарикоподшипник</p> <p>Установить на шток стойки чашку пружины передней подвески верхнюю, опору стойки верхнюю с болтами в сборе</p> <p>Закрепить опору стойки верхнюю гайкой М1 4*1.5, поддерживая спецключом шток стойки от проворачивания</p> <p>Затянуть гайку предельным ключом»[11]</p> <p>«Установить колпак защитный опоры стойки передней подвески</p> <p>Отжать пружину стойки телескопической, вынуть стойку пр./лев. из приспособления</p>	<p>«Стенд для сборки стойки телескопической 614.801...802.452</p> <p>Опора-вертушка 854-0859-5084</p> <p>Спецключ для сборки стойки телескопической</p> <p>Ключ предельный 02-7812-4003</p> <p>Гайковерт пневматический модель 946334B9/35A T;</p> <p>Головка 854-7816-0105 S = 19 мм ;</p> <p>Ключ специальный 7812-7256;</p> <p>Балансир Б2-5;</p> <p>Вставка трещоточная 02-7812-7192</p> <p>Молоток р = 0.5 кг»[5]</p>	1,55

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5
		<p>Взять с опоры- вертушки и установить на стенд стойку телескопическую передней подвески пр./лев. в сборе, уложив ее в ложемент на стенде</p> <p>Установить на стенд тормоз передний с поворотным кулаком и ступицей в сборе, совмещая отверстия на кулаке с двумя отверстиями на стойке</p> <p>Вставить в верхние отверстия: болт крепления шайбу, а в нижние отверстия: болт М1 2*1.25 и закрепить, не затягивая гайкой М1 2*1.25. Закрывать защитный кожух на защелку</p> <p>Подвести упор стенда к пальцу шаровому передней подвески и зафиксировать.</p> <p>Сориентировать три болта опоры верхней стойки с силовым механизмом стенда, нажав две кнопки; сжать пружину передней подвески силовым механизмом стенда до статического состояния.</p> <p>Закрепить гайку крепления окончательно.</p> <p>Нажатием кнопки освободить пружину и отвести упор от шарового пальца</p> <p>Протянуть через три кольца, расположенные на тормозных шлангах, провод тормозных накладок и надеть на контакт колодку. Одеть на контакт датчика износа тормозных накладок колодку. Соединить колодки.</p> <p><i>Примечание:</i> касание проводов о кронштейн не допускается.</p> <p>Проверить качество выполненных операций и поставить личное клеймо</p> <p>Снять со стенда собранные стойки телескопические с поворотным кулаком и тормозом в сборе »[11]</p>		

## 5 Экономическая эффективность проекта

Продуктивность инвестпроекта включает в себя следующие аспекты это есть чистый доход, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма рентабельности, показатель рентабельности капитализаций и трудозатрат и срок рентабельности инвестпроекта. Чистый доход представляет собой сальдо денежных потоков по проекту и рассчитывается как сумма денежных притоков по проекту за весь период реализации проекта. Чистый дисконтированный доход это тоже самое только с учетом коэффициента дисконтирования, второй формулы для расчёта чистого дисконтированного дохода является формула с участием прибыли чистой прибыли по проекту - это сумма чистой прибыли амортизации за минусом капитальных вложений по проекту. Следующим показателем выступает внутренняя норма доходности, внутренняя норма доходности по проекту она оценивается таким образом, чтобы инвестор мог оценить эффективность проекта на начальном этапе, внутренняя норма доходности это такое число  $E_v$  или  $E$  внутренняя норма доходности, которая сравнивается со ставкой дисконта по проекту и рассчитывается при чистом дисконтированном дивиденде равном нулю. Внутреннюю норму доходности в том случае, если она выше, чем ставка дисконтирования, то она свидетельствует о том, что чистый дисконтированный доход будет положительной и соответственно проект будет эффективным, в том случае, если внутренняя норма прибыльности ниже, чем доходность дисконта, то инвестпроект считается нецелесообразным, оттого что чистый дисконтированный дивиденд по инвестпроекту будет негативным. Следующий показатель это индексы доходности по проекту, индексы доходности бывают или рассчитываются двух видов - это индекс доходности затрат и индекс доходности инвестиций. Индекс доходности и затрат рассчитываются как отношение чистых притоков по проекту к чистым оттокам по проекту. Индекс доходности инвестиций чаще всего его рассчитывают и он оценивается как чистый дисконт делёное на дисконтированные капитальные вложения по проекту и

плюс единица.

Также очень важным есть показатель срок окупаемости проекта, то есть это тот период времени который прошёл от начала проекта до момента окупаемости, то есть того периода, когда накопленные чистые дисконтированные денежные притоки, дисконтированные или не дисконтированные зависит от вида срока окупаемости, превышают вложенные в проект средства. Различают дисконтированный и не дисконтированный или простой срок окупаемости проекта, соответственно при расчёте дисконтированного срока окупаемости рассчитываются накопленные дисконтированные денежные притоки, а при расчёте простого срока окупаемости рассчитываются или берутся во внимание не дисконтированные денежные потоки по инвестпроекту.

Окупаемый срок по проекту это не основной показатель эффективности - это тот показатель, который присутствует или учитывается в качестве ограничения по проекту, соответственно он должен существовать в любом случае, если оценивается этот проект и в принципе в будущем может быть принятым и срок окупаемости по проекту для дисконтированных денежных потоков он должен быть, укладываться в пределы жизненного цикла проекта конечно же. Основополагающие параметры для того, чтобы подсчитать продуктивность инвестпроекта, всё же характеризуются двумя критериями: чистым дисконтированным дивидендом и показателем рентабельности вложения в инвестпроект, т.е. вот эти два критерия разрешают нам сделать выводы о результативности или несостоятельности инвестпроекта. Если чистая дисконтированная прибыль на проекте не отрицательная, т.е. больше либо равна нулю, и если индекс прибыли больше единиц, то мы считаем, что проект эффективен, поэтому можно использовать его к внедрению. Исходные данные для расчета представлены в таблице 21.

## **5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля**

«Таблица 21 - Исходные данные

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

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

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

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

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

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

Расчетные данные в таблице 22.

«Таблица 22 - Расчет затрат на сырье и материалы [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

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

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

(115)

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

Расчетные данные в таблице 23.

«Таблица 23 - Покупные изделия [8]

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

"Основная заработная плата производственных рабочих"»[8]

$$Z_o = Z_t(1 + K_{прем}/100)$$

(116)

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

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

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

$Ti$  – трудоемкость выполнения операции, час.

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

«Таблица 24 - Расчет затрат на выполнение операций

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

$$Z_{доп} = Z_0 \cdot K_{вып} \quad (118)$$

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

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

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

$$C_{соц.н.} = (Z_0 + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (119)$$

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

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

$$C_{сод.обор.} = Z_0 \cdot E_{обор.} / 100 \quad (120)$$

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

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

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

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

«Расходы на инструмент и оснастку»[8]

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

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

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

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

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы»[8]

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

Сравнительная калькуляция представлена в таблице 25.

«Таблица 25 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

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

## 5.2 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат:»[8]

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

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

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

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

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

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

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

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

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

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

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

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

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

«Определение амортизационных отчислений:»[8]

$$Ам.уд. = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot H_A / 100 \quad (137)$$

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

$$H_A = 12 \%$$

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

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

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

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

«Расчет выручки от реализации изделия:»[8]

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

«Расчет маржинального дохода:»[8]

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

«Расчет критического объема продаж:»[8]

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

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

$$А_{крит.} = 72315$$

График точки безубыточности представлена на рисунке 18.

График точки безубыточности

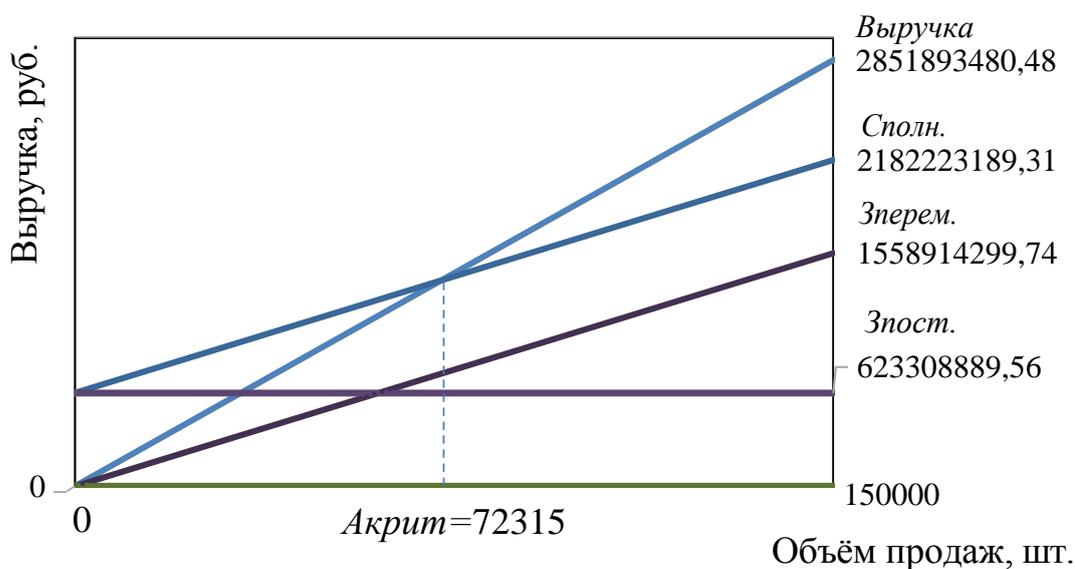


Рисунок 18 - График точки безубыточности

Расчет коммерческой эффективности проекта

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

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

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

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

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

«Объем продаж по годам:»[8]

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

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

«Выручка по годам:»[8]

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

«Переменные затраты  
для базового варианта:»[8]

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

«для проектного варианта:»[8]

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

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

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{год} \quad (147)$$

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

«Полная себестоимость  
для базового варианта:»[8]

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

«для проектного варианта:»[8]

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

«Налогооблагаемая прибыль по годам:»[8]

$$Пр.обл.i = (Выручка - Сполн.пр.i) - (Выручка - Сполн.б.i) \quad (150)$$

$$Н_{пр.i} = Пр.обл.i \cdot 0.20 \quad (151)$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

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

«Расчет экономии»[8]

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

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

$$Д1 = 100000 \quad \text{циклов}$$

$$Д2 = 140000 \quad \text{циклов}$$

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

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

«Дисконтирование денежного потока.»[8]

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

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

$t$  - год приведения затрат и результатов»[8]

$$Есм. = 10 \quad \%$$

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

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

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока»[8]

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

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

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

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

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

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

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

«Чистый дисконтированный доход равен:»[8]

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

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

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

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (160)$$

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

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (161)$$

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

## Выводы и рекомендации

В показателе выполнения взаимосвязи конструкторско-технологических проведенй возрос резерв конструируемого узла автомобиля при одномоментном позитивном социально-экономическом результате  $ID = 1,62$ .

При подсчёте экономических коэффициентов по введению конструкторского узла автомобиля в широкомасштабное изготовление было вычислено, что стоимость конструкторского варианта ниже, чем стоимость для базисного варианта, и в итоге возрастания потенциала конструкторской конструкции ожидается наращивание покупок, что характеризуется позитивным социально-экономическим параметром. Для этого совершён подсчёт на общественную результативность проекта и была просчитана рассчитываемая доходность от введения проекта в изготовление.

Чистый дисконтированный доход от введения модернизированного узла автомобиля насчитывает 2263348381,57 рублей.

Срок рентабельности вышеуказанного проекта равен 0,62 года, что говорит о допустимом издержке проекта. По полученным сведениям надо говорить о его задействовании в новейших компоновках автомобилей.

## Заключение

С целью повышения плавности хода автомобиля и реализации возможности регулирования упругих характеристик подвески, задачей дипломного проекта стало усовершенствование конструкции передней подвески рассматриваемого автомобиля в данном проекте. Результат сделанной работы стало обновление конструкции подвески автомобиля Лада Веста.

При этом было воспринято решение, что эффективным вариантом требуемой модернизации будет замена конвейерной конусообразной пружинки подвески двумя цилиндрическими, одна из которых обладает маленькой жесткостью и разрешает тем самым гарантировать высоченную плавность хода при перемещении в городском режиме по автотрассам неплохого качества.

Также в металлоконструкции подвески предусмотрена перспективу калибровки клиренса основываясь из обстоятельств эксплуатации автомобиля, посредством видоизменения положения нижней подпорки нижней пружинки подвески. В результате осуществления конструкторско-технологической части дипломного проекта был исполнен тяговый расчет автомобиля LADA Vesta.

Также проведен расчет стабилизатора поперечной устойчивости, расчет пружин на прочность, и основным расчетом это был конечно тяговый расчет направленный на понимание упругой характеристики подвески.

Результаты расчетов подтвердили выбранную конструкцию предельными нагрузками. Представляемая работа соответствует современным состояниям и возможностям развития техники и науки в области автомобильного машиностроения.

В общем, по всем рассмотренным сторонам модернизированной подвески можно делать вывод, что она полностью соответствует требованиям, которые предъявляются к проекту.

## Список используемых источников

1. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.
2. Автомобили: Техническое обслуживание ремонт расчеты / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
3. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, -304 с.
4. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
5. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
7. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
12. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П.

Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

23. Шестопалов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопалов. - 7-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.

24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller.

Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.

25. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.

26. Dainius, L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. - 2 p.

27. Konig, R. Schmiertechnik / R. Konig. - Springer, 1972. - p.164.

28. Maten, J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.

29. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

Приложение А

**Графики тягового расчета**

Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

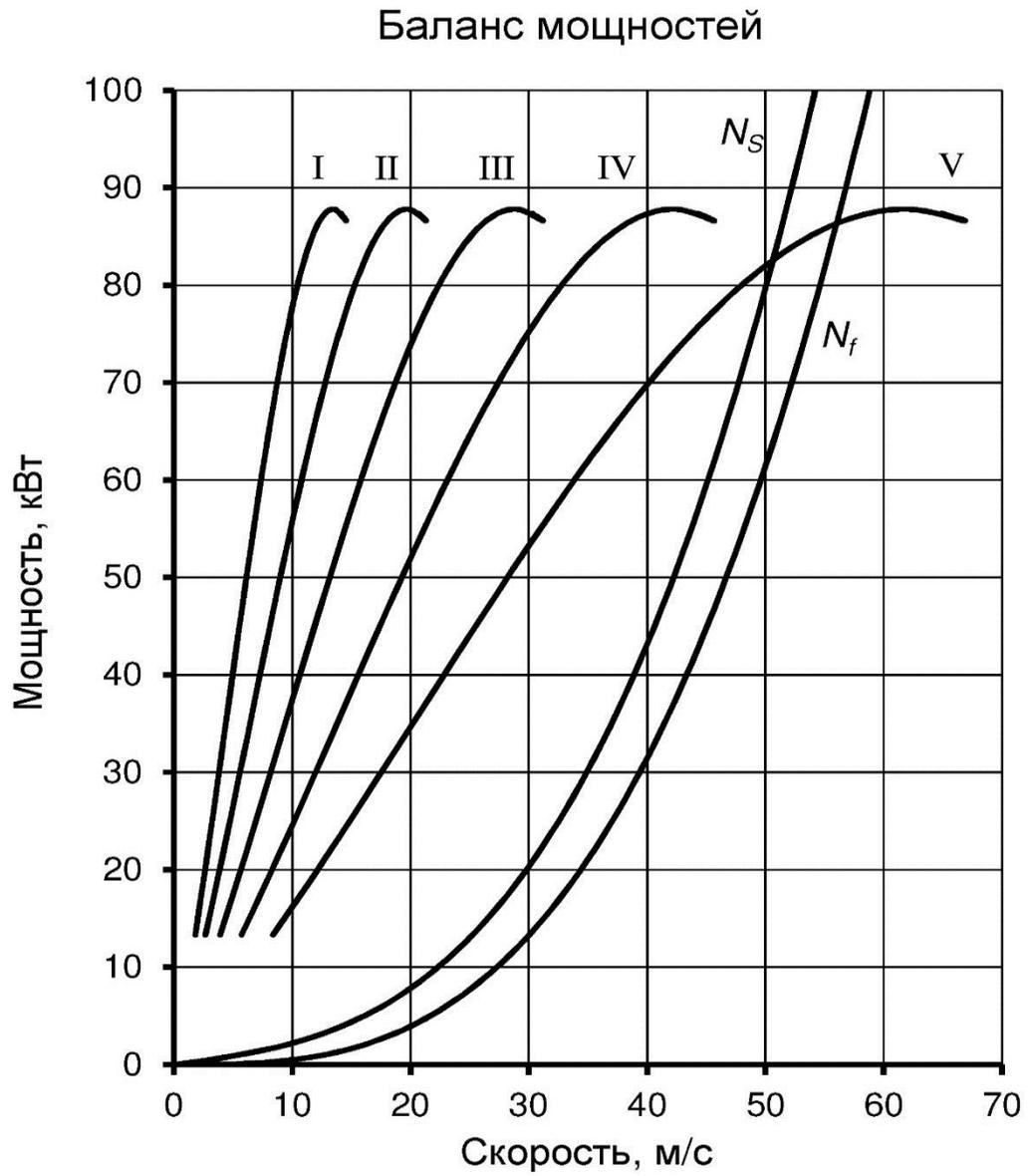


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

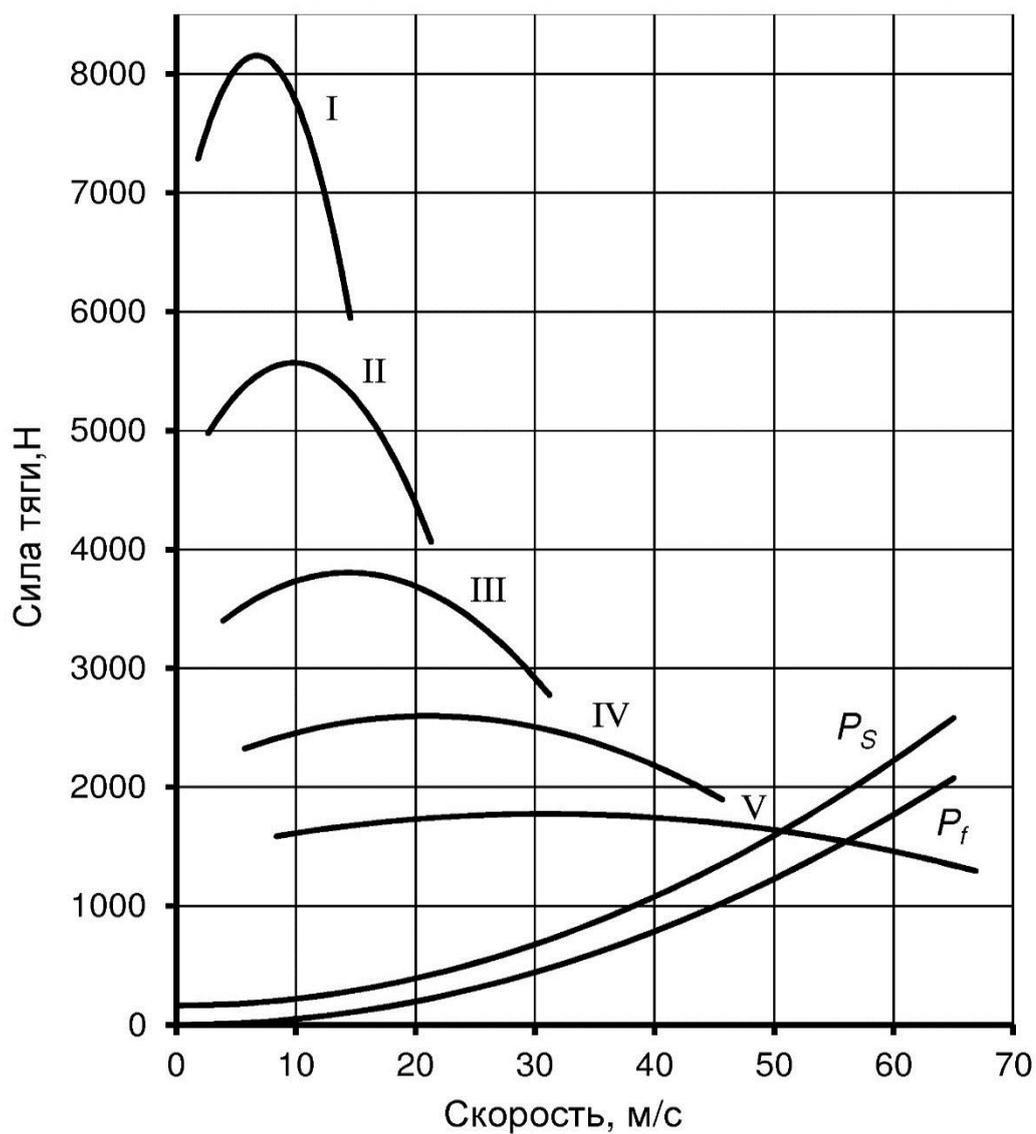


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Продолжение Приложения А

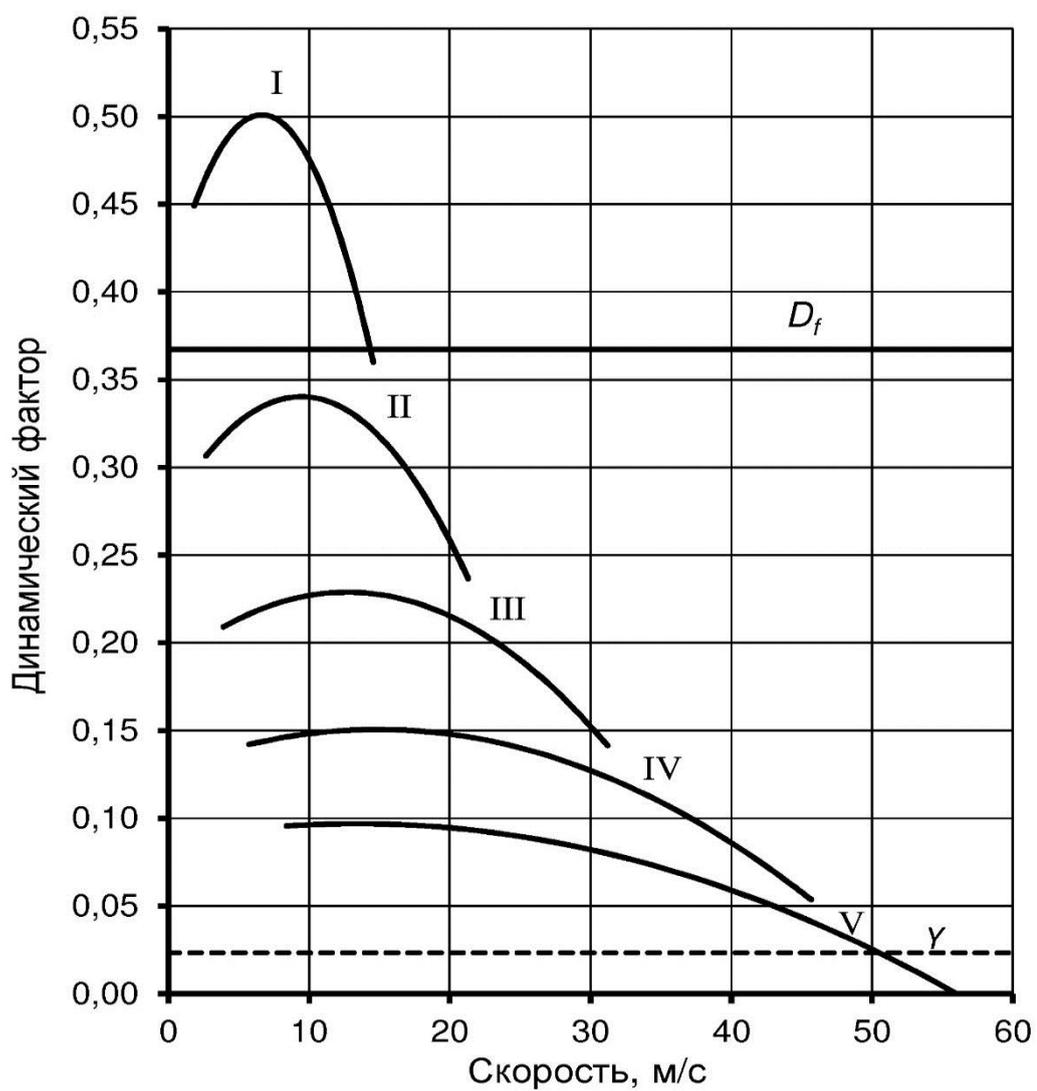


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Продолжение Приложения А

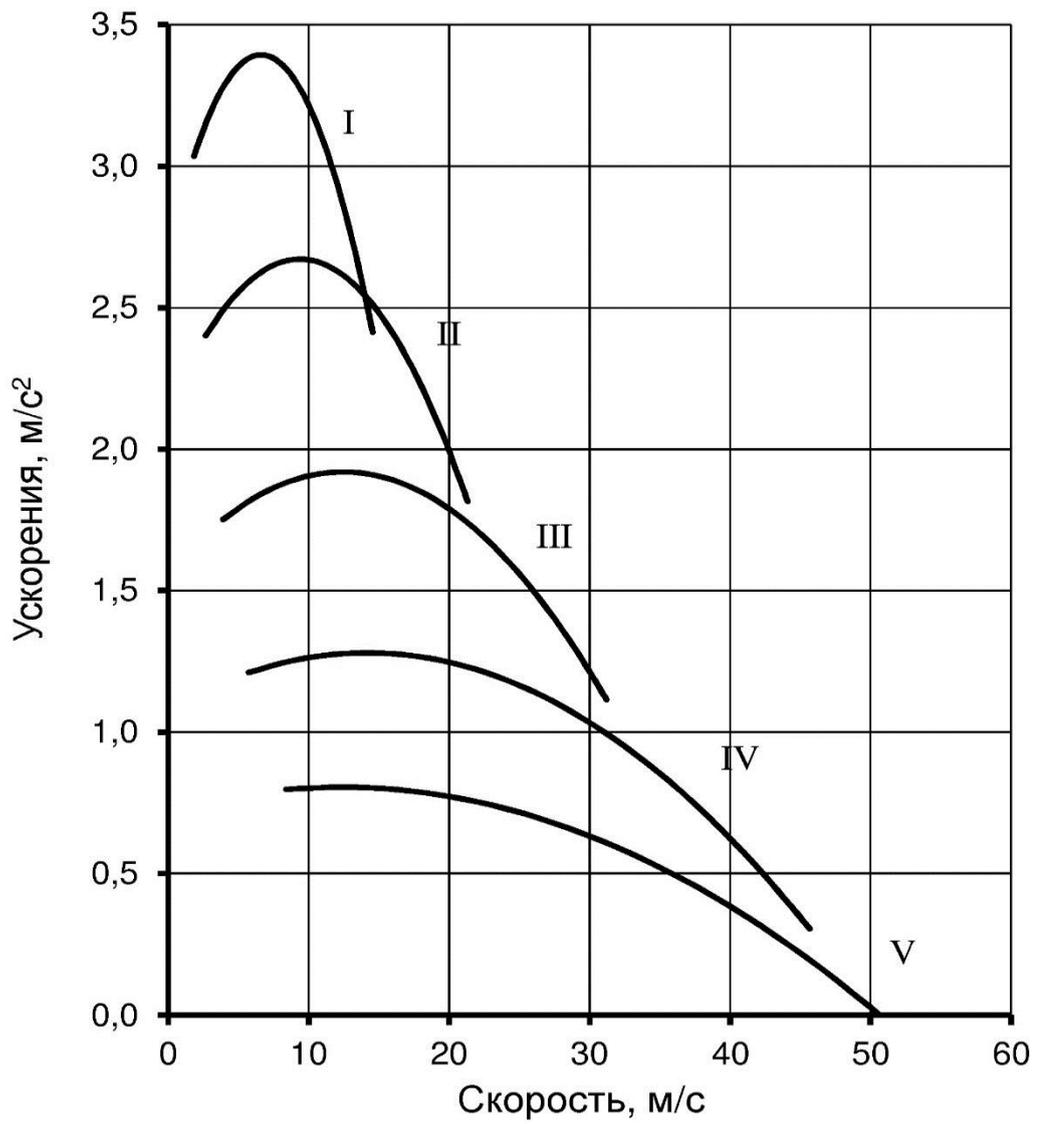


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

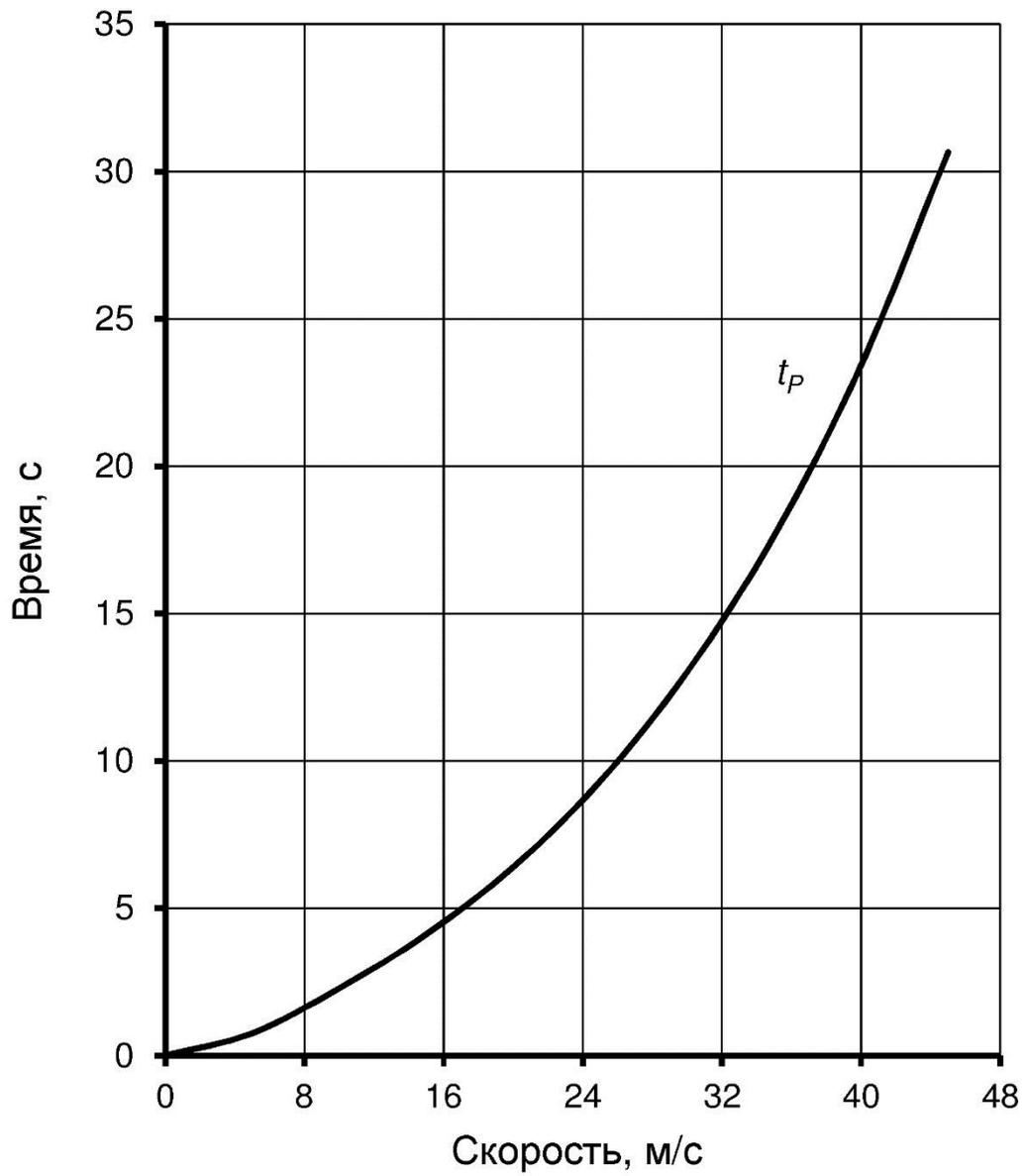


Рисунок А.6 – Время разгона

Продолжение Приложения А

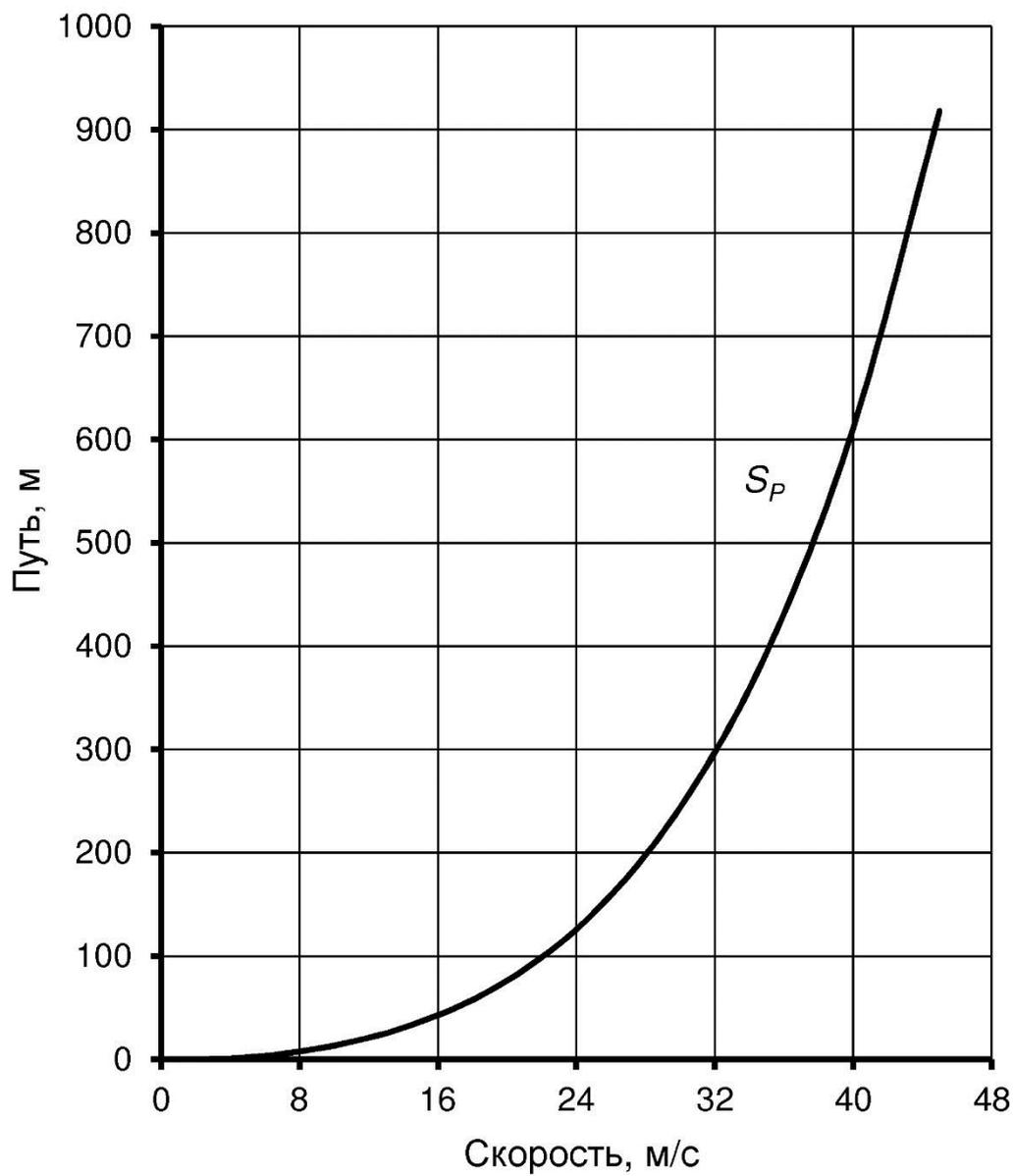


Рисунок А.7 – Путь разгона

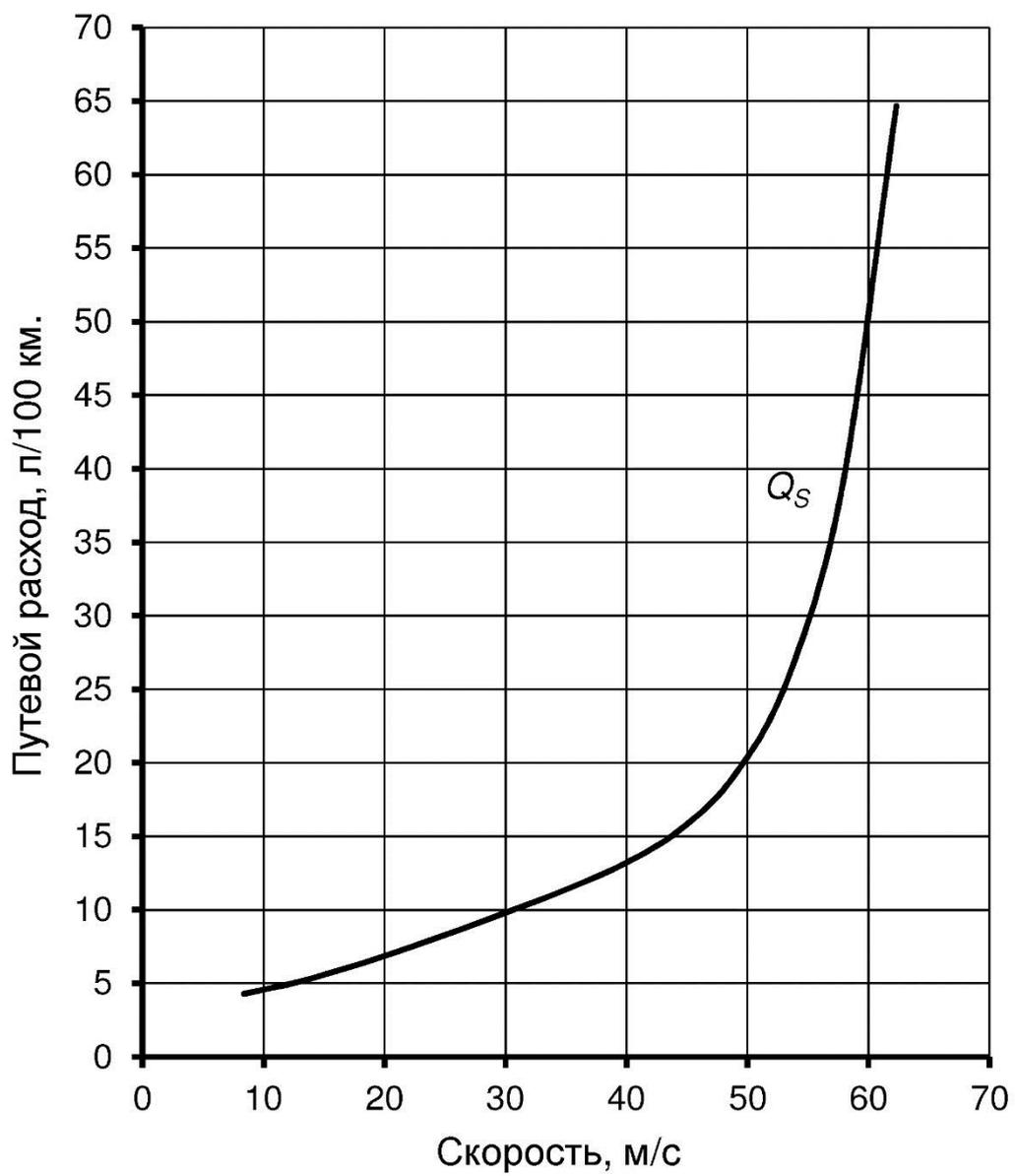


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива