

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей  
(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Задняя подвеска автомобиля Lada X-RAY на независимых рычагах

Студент

А.А. Манин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(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

Тема дипломного проекта «Задняя подвеска автомобиля Lada X-Ray на независимых рычагах». Во всё усложняющемся и ускоряющемся мире автомобиль просто обязан обеспечивать тот ритм жизни человека, который есть сейчас, и поэтому требования к автомобилю также выросли, то есть он должен иметь надежную систему зажигания, надежные системы рулевого управления и тормозную систему, комфортную тихую коробку передач, плавное сцепление, хорошее динамичное ускорение, максимальную устойчивость и управляемость при любых дорожных и погодных условиях.

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

Пояснительная записка включает в себя введение, части конструкторской, экономической, безопасности и технологической, а также приложение в виде графиков и спецификаций, состоит из 100 страниц формата А4. Графическая часть дипломного проекта состоит из 9 страниц чертежей формата А1.

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

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

Третья часть дипломного проекта это безопасность проекта.»[6]

Четвертая часть дипломного проекта есть технологический раздел.

Пятая часть экономика. Посвящена экономическим расчетам.

## **Abstract**

The topic of the graduation project is " The rear suspension of the Lada X-Ray car on independent levers ". In an increasingly complex and accelerating world, a 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, maximum stability and handling under any road and weather conditions.

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 explanatory note includes an introduction, parts of design, economic, safety and technological, as well as an appendix in the form of graphs and specifications, consists of 100 A4 pages. The graphic part of the diploma project consists of 9 pages of A1 drawings.

«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.»[6]

The third part of the graduation project is project security.

The fourth part of the graduation project is a technological section.

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

## Содержание

Введение .....	5
1 Состояние вопроса .....	6
1.1 Назначение подвески и её устройство .....	6
1.2 Классификация подвесок .....	7
1.3 Обоснование выбранного варианта подвески.....	15
2 Конструкторская часть .....	16
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	16
2.2 Расчет подвески автомобиля.....	32
3 Безопасность и экологичность объекта .....	38
4 Технологическая часть .....	63
5 Экономическая эффективность проекта.....	75
Заключение.....	89
Список использованных источников .....	90
Приложение А Графики тягового расчета.....	93

## 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, этого можно достичь с помощью пространственного моделирования всех деталей, это позволит в перспективе на долго уменьшить трудоемкость конструкторской работы инженеров автомобилестроителей.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Назначение подвески и её устройство

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. 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 состоит из направляющих элементов, которые определяют общую геометрию подвески, а также определяет характер движения колёс от направляющих элементов.

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 возникшей при колебаний несущей системы рассеется за счёт трения и последующего нагрева.»[4] 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.

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.

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, показано на рисунке 1.[5]

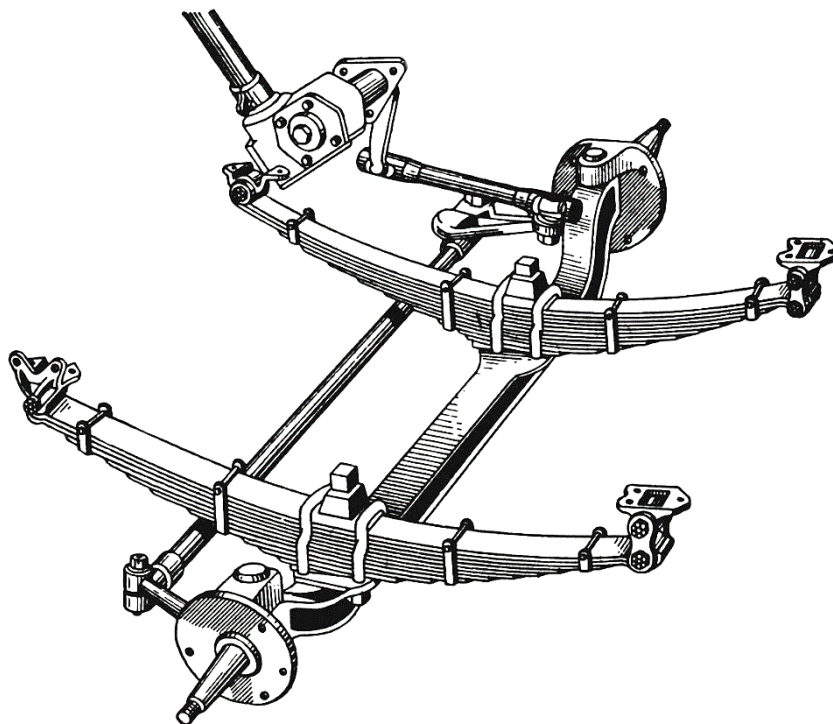


Рисунок 1 – Рессорная подвеска

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. 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.

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», показана на рисунке 2. [5]



Рисунок 2 – Зависимая пружинная подвеска



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.

Следующая 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 лёгкость монтажа, компактность и небольшой вес, как следствие в данном случае происходит уменьшение неподдресоренных 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 дедион. 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.

В этом плане дедион он не исключение имеет один в общем большой минус – при старте, либо в торможении машину начинает бросать в стороны. 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 добавят 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. [10]

Следующий тип подвески, который рассмотрим это является продольные рычаги, 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.»[4] Данная подвеска показана на рисунке 3. [9]

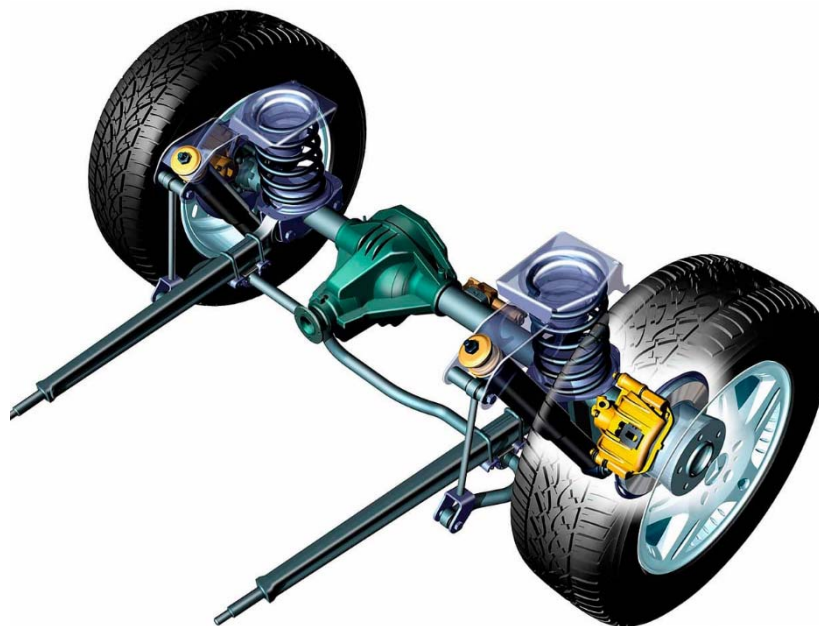


Рисунок 3 – Задняя независимая подвеска с продольными рычагами

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.

«Далее независимый тип 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, это означает, что возможна реализация лучшего сцепления с дорожным покрытием. Является наиболее эффективной подвеской в плане управляемости. В этих подвесках минимизированы недостатки связанные с изменением базы, но при этом имеются незначительные изменения колеи.»[4]

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.

Мак-Ферсон 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 Мак-Ферсон 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.»[4] Эта подвеска показана на рисунке 4. [11]

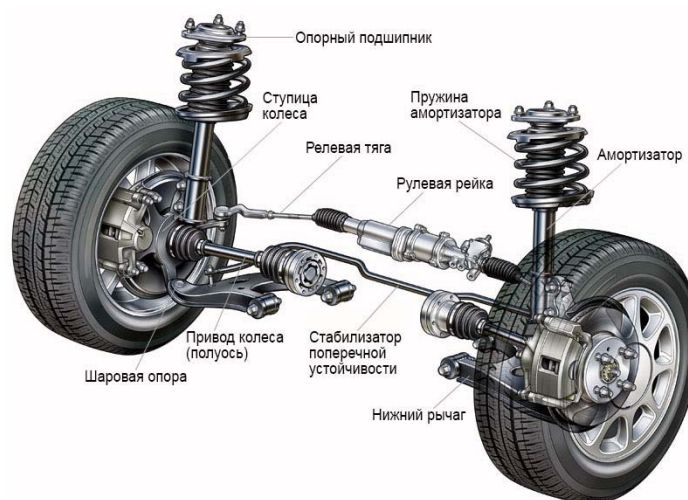


Рисунок 4 – Подвеска Мак-Ферсон

«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 интегрированный узел, в состав которого входит и гасящий элемент и упругий элемент, поворотный кулак, нижний поперечный рычаг и стабилизатор поперечной устойчивости.»[1]

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. Даная подвеска изображена на рисунке 5. [12]

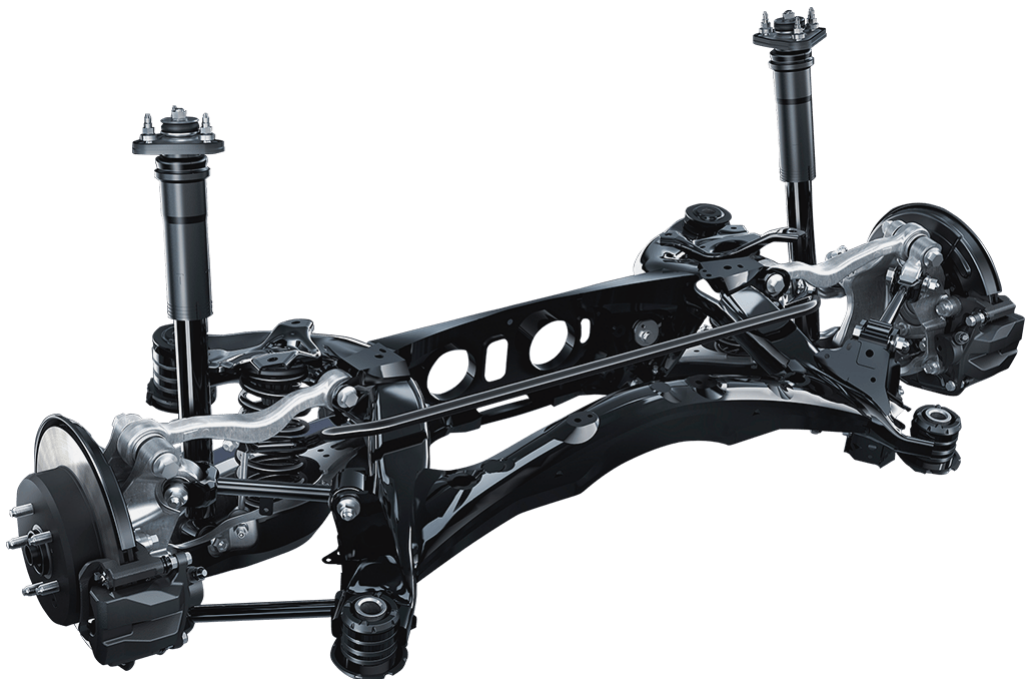


Рисунок 5 – Многорычажная подвеска

«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.»[10] Данная подвеска очень сложна, требует спец инструмента, специального оборудования, специальных приспособлений и достаточно высокой квалификации исполнителя.

«Подвеска на торсионах это подвеска, 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.»[4] Она занимает значительно меньше пространства, нежели допустим пружинная подвеска. К недостаткам относится низкие 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 Мак-Ферсон, или на продольных рычагах. 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. [13]

«Далее представлены и описаны основные элементы, которые присутствуют во всех типах подвески. Основной элемент 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. 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.»[11]

### **1.3 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 выпускаемым 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 .....	$m_o = 1200$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 51,67$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 680,7$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 88$
Коэффициент аэродинамического сопротивления .....	$C_x = 0,30$
Величина максимально преодолеваемого подъема .....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> .....	$H = 2,00$
Коэффициент сопротивления качению .....	$f_{ko} = 0,012$
Число передач в коробке передач .....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось .....	51
задняя ось.....	49
Плотность воздуха, кг/м <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]



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

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

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

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

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

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

### «б) Подбор шин

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

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

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

$d = 381$  – посадочный диаметр, мм;

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

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

### 2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

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

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

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

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

#### 2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая 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]

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

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

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

«где  $G_{СИ}$  - сцепной вес автомобиля ( $G_{СИ} = G_1 \cdot m_1 = 8278 \cdot 0,9 = 7450$  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]

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

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

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

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

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

### 2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

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

Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обороты дв-ля, 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

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

Данные заносятся в таблицу 3.

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обороты двигателя, об/мин	Сила тяги на передаче, кН	Сила тяги на передаче, кН	Сила тяги на передаче, кН	Сила тяги на передаче, кН	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 5 и представляют графически.»[2]

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]

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

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

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



Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с <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  $V_0$  до скорости  $V_1$ , [6]

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

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице 9:»[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  $V_o$

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

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

до скорости  $V_n$ :  $S_n = \sum_{k=1}^n \Delta S_k$

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]

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

«где  $N_f$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

$N_B$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению.»[2] Данные заносятся в таблицу 11.

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]

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

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

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

«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	$I$	$E$	$K_{II}$	$K_E$	$Q_s$
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 основных параметров задней подвески автомобиля

### «2.2.1 Определение силового передаточного отношения

Статические нагрузки на пружину и шарниры

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

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

A - C - верхний рычаг, B - D - нижний рычаг, известно направление силы пружины, и направление силы в верхнем рычаге.

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

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

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

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

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

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

### 2.2.2 Расчет пружины

«Исходя из рекомендаций, принимаем желаемую собственную частоту колебаний поддрессоренных масс для задней подвески  $f = 1.5 \dots 1.7$

Гц. Тогда жесткость подвески, приведенная к колесу будет:»[11]

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

«Приведём жесткость подвески к пружине.»[11]

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

«Расчёт пружины ведется методом последовательных приближений.

При расчёте использовались следующие данные:»[11]

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

Модуль упругости II рода  $G = 781000$

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

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

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

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

Число рабочих витков  $i_{р} = 3 \dots 15$

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

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

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

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

жесткость подвески, приведенная к колесу

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

### **2.2.3 Проверка целесообразности применения стабилизатора поперечной устойчивости**

«Данная подвеска имеет малую жесткость, поэтому следует проверить



целесообразность применения стабилизатора поперечной устойчивости.»[11]

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

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

Определим угловую жесткость задней подвески, приведенную к колесу.

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

Исходные данные:»[11]

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

Высота центра крена равна 46,6 мм.

Угловая жесткость задней подвески нашего типа находится по формуле:

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

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

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

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

«Допустимый угол крена должен находиться в пределах 4 градусов при

относительной боковой силе  $\mu=0,4$  (данные УПШ).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Соотношение  $S$  должно быть 1,3.

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

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

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

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

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

Подставим значения, получим»[11]

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

Найдем угол крена

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

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

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

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

Найдем угловую жесткость шин»[11]

$$C\beta_{ш} = 2C_{ш}, \quad (59)$$

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

По формуле получим:»[11]

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

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

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

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

Подставим значения. Получим значения угловой жесткости подвесок.

Передней:»[11]

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

Задней:

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

«Подставим полученные данные в формулу для расчёта угла крена.

Получим»[11]

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

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

#### **2.2.4 Расчёт приведенной к колесу жесткости стабилизаторов поперечной устойчивости**

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

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

Отсюда:

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

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

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

«Подставим в данные, получим:»[11]

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

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

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

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

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

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

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

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

Вывод: итогом расчетов является соответствие расчетных данных проектного узла необходимым стандартным требованиям.

### 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 обстановки, там где творится деятельность: теплоёмкости, сырости и движения воздуха, звука, вибрации, вредных веществ. [14]

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

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

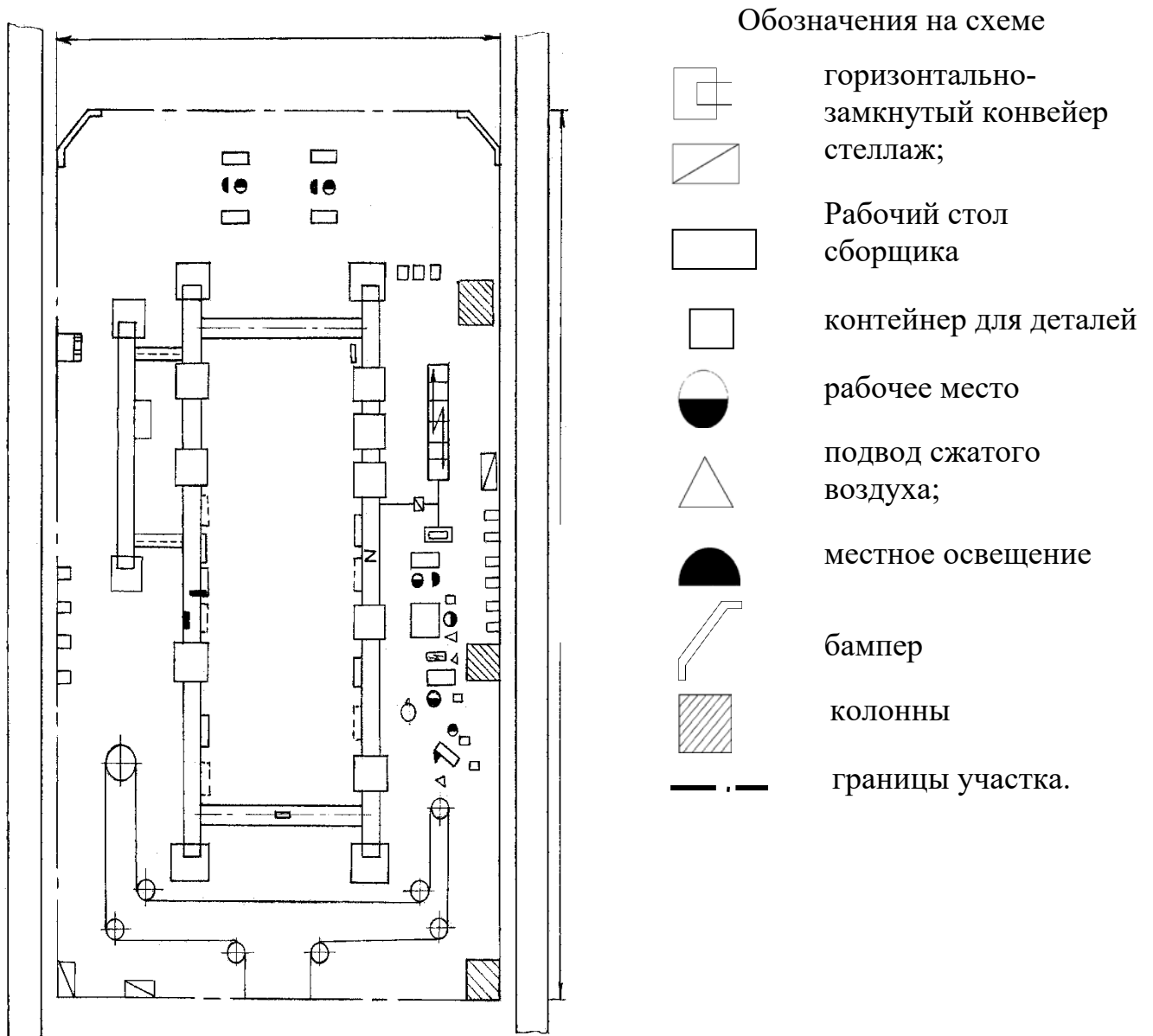


Рисунок 6 – План участка сборки

### 3.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 14 - Опасные и вредные факторы производства

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

### 3.3 Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников

«Движение машин и механизмов, подвижных частей техники, передвижных изделий и заготовок при неправильном соблюдении мер защиты может вызвать переломы, ушибы, ссадины, ссадины и так далее в различных органах и конечностях человека.



Повышенная влажность и влажность воздуха в рабочем участке.

Пыль негативно сказывается на дыхательных путях, коже, органах зрения и пищеварительном тракте. Поражение пыли верхнего дыхания на начальном этапе сопровождается зудом, при длительном вмешательстве возникает кашель и отхаркивает грязную мокроту. Пыль в дыхательных путях приводит к тому, что в них развивается патологический процесс, называемый пневмонией.»[7]

Повышение температуры поверхности прибора приводит к повышенной температуре поверхности человека.

Повышение уровня шума и вибрации.

Во-первых, шум влияет на сердце человека. «Вторая степень воздействия – орган слухового слуха. При давлении  $2 \times 10^2$  Па, интенсивность  $J$  10 Вт, частота 1000 Гц,»[7] человек ощущает боль – болезненный порог частоты. Человек может воспринимать звуковые вибрации от 20 до 20 000 Гц. Наименьшая частота звука  $R_0$   $2 \cdot 10^{-5}$  Па и частота  $J_0$  10-12 Вт/м<sup>2</sup> при 1000Гц. «Третья степень воздействия является гипофизом человека. Даже кратковременные пребывания в местах, где звуковое давление выше 135 дБ,»[7] в любом октановом поле запрещено.

Повышенное напряжение в электроцепи.

Повышается уровень статической электроэнергии. Электрические ток, проходящие через человеческий организм, оказывают следующие воздействия:

- электролитические: разложение кровяной плазмы и крови;
- Термические: нагреваются ткани, сосуды человека, нервы, появляются ожоги,
- биологические: раздражаются и возбуждаются живые ткани организма, они непроизвольно сокращают мышцы, которые могут привести к остановке деятельности органов вдоха и дыхания. Увлажнение. Повышение

влажности сочетается с пониженной температурой и очень сильно охлаждает, сочетается с высокой температурой – сильно перегревает.

Недостаток или отсутствие естественного света и освещения рабочей зоны, повышение пульсации потока света.

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 защитить от слепых действий прямых солнцезащитных лучей и их отражения от блестящей детали, световые проёмы покрывают тонкой краской или простое 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.

Промышленная пыль на этом участке - стальная пыль.

Для организма наибольшая опасность представляет мелкие дисперсные пылевые частицы. Частицы длиной 0.2-0.5 мкм задерживаются в верхнем дыхании. Поражение пыли верхнего дыхания на начальном этапе связано с раздражением и длительным воздействием провоцирует кашель и отхаркивание грязных мокрот. Частицы менее 0.1 мкм являются наибольшей опасностью организма, поскольку они не задерживаются в верхней части дыхания, но проникают в легкие, оседают и вызывают патологический процесс.

Перечень веществ может содержаться в воздухе работающей зоны:  
Бензин 100 мкг/м<sup>3</sup> Керосин 300 мкг/м<sup>3</sup> бензол 15 м<sup>3</sup> тулуол 50 мкг/м<sup>3</sup>  
Клилол 50 мкг/м<sup>3</sup>.

Параметры климата.

Определение температуры воздуха зависит от количества тепловых выделений, источником которых может быть нагрев металлов. В соответствии с санитарными нормами, это помещение, из-за недостатка тепловыделения, воздействующего на температуру воздуха, является «горячим», из-за недостатка тепловыделения более 23 г/м<sup>3</sup>.

Увлажненность воздуха составляет 70 процентов. Протяженность воздуха не более 0.2 м.с. «Статическая и динамическая перегрузка; перенапряжения зрительного и слухового анализатора; монотонная работа негативно влияет на здоровье и приводит к расшатываниям психики, умственной и психической перегрузке.»[7]

### 3.4 Мероприятия для обеспечения безопасного труда

Требования к воздуховоду. Для того, чтобы обеспечить чистый воздух и нормализовать «параметры микроклимата производственных помещений, кроме местных отсасывающих устройств, которые позволяют удалить вредные вещества из зоны сжигания пыли, мелкой стружки и жидкости смазывания аэрозолей СОЖ, необходимо предусмотреть приточный-вытяжной общеобменную вентиляционную систему.»[7]

Требования к свету.

Естественное, искусственное освещение производственного помещения должно быть соответствующим 8 разрядам зрительных работ по СН, П23-05-95. Для локального освещения следует использовать светодиодные лампы с непросвеченными отражателями и защитный угол не меньше 30 градусов. Также следует предусматривать меры по уменьшению отражённой плотности. Требования к процессам технического обеспечения.

Мероприятия, направленные на защиту человека от опасного и вредного производственного фактора, могут состоять из следующих: «для предупреждения травматизма рабочего персонала все движения и вращения станков, механизмов, инструментов ограждены; для предупреждения травмирования глаз используются смотровые экраны из прозрачных материалов; для предупреждения поражения отлетающими частями используются зажимные устройства; для предупреждения поражения отлетающими частями»[7] используются зажимные устройства; для предупреждения шума и вибрации поддерживаются в норме при использовании материалов для прокладки станка и виброгашения на основе принципа жесткой фиксации оборудования, и применения виброгашения; «Кроме технических работ в цеху предусмотрено обеспечение персоналом спецодежды, спецобуви и других индивидуальных средств защиты очков, рукавиц и пр.

Санитарно-гигиеническое положение, необходимое для нормального труда работников, обеспечивается системой отопления и освещения. Освещение в помещениях производства возможно от естественного и искусственного света. Она необходима для повышения условий зрительного труда,»[7] уменьшения утомления, улучшения производительности работы и повышения качества выпускаемых изделий. В дневном режиме естественное световое освещение происходит через верхние окна и боковые окна, а в вечернее – искусственное, используя люминесцентные лампы. «Искусственные освещения выполняются системой общих освещений, а некоторыми местами - комбинированными.

Значительная роль в обеспечении надлежащей санитарной и санитарной нормы воздуха в рабочем помещении играет вентиляция, отопление. В комплексной системе вентиляции входят принудительная и естественная.»[7]

Естественная вентиляция - процесс осуществляется сквозь окна, расположенные в крыше завода. Принудительное вентиляционное обслуживание осуществляется при помощи вентиляционных установок и кондиционирующих систем. Система центрального отопления - водяное отопление используется для теплоснабжения.

Средства индивидуальной защиты работников. Для защиты работников и сотрудников цеха и участка обработки реза для того, чтобы защитить себя от воздействия опасности и вреда производственного фактора, необходимо обеспечить специальную одежду, специальную обувь и защитные приспособления.

Для того чтобы защитить кожу от воздействий СОЖ, применяются профилактические маски, мази и кремы. Специализированная одежда, защищающая от механических воздействий, устанавливается в ГОСТ12. 4. 038-78. Средства для защиты от СОЖ – ГОСТ 1212. 4. 068-79. Средства для защиты глаз – очки защиты глаз ГОСТ 1212. 4. 003-80. Требования

безопасности для термической обработки. Освещение цехов термического назначения должно быть 300 лк по СН, П23-05-95.

Обеспечение пожарной безопасности. Помещения цехов термического назначения оборудованы общеобменной вентиляционной системой. Воздух подается в верхнюю или рассеянную зону помещений или рассеивается в рабочей зоне с скоростью, обеспечивающей подвижность воздуха на рабочей зоне не более 0.2 м.с. Оборудование, которое является источником выбросов вредного и ядовитого вещества, оснащено местным отсосом. SN и P21-07-97. Индивидуальная защита. Для того, чтобы защитить глаза от излучения, используется металлическая лента с ячеек 0.8 x 0.8 мм, где на уровне лица устанавливается органическое стекло 80 x 80 мм толщиной 3 мм, гнутое по лицу. Для защиты дыхательных органов применяется респиратор РМП- 62 по ТТУ1-301-0521-81. «Специализированная одежда по ГОСТу 12. 4. 038-78. Специализированная обувь, защищающая от повышенной температуры, ГОСТ12. 4. 0050-78. Средства для защиты рук – специальный рукав ГОСТ 12. 4. 0010-78, защитные средства для дерматологии ГОСТ 12 12. 4. 068-79.

Требования безопасности к эксплуатируемому 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 касается 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:

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

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, при переходе через транспорт линии использовать мостик.

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.

В случае необходимости подтянуть гайки или болты, и иные соединительные элементы. Нужно все съемные детали с подвески контейнера укладывать устойчиво на заранее подготовленное место. Ни в коем случае не нужно их перебрасывать. 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. 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 задней подвески относят к особенно опасным, так как относительная влажность достигает отметки в 70%. Притом 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 ливнестоков 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 из 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 что налаженная система минимизирует риски и убытки компании.

#### Общие требования по охране труда

1. «В соответствии со статьей 76 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) работника, не прошедшего в установленном порядке обязательный предварительный или периодический медицинский осмотр.»[16]

2. «Работника, нуждающегося в соответствии с медицинским заключением в предоставлении другой работы, работодатель обязан с его согласия перевести на другую имеющуюся работу, не противопоказанную ему по состоянию здоровья (статья 72 Трудового кодекса Российской Федерации).»[16]

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

4. «При организации труда женщин и подростков должны соблюдаться установленные для них постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 6 февраля 1993 г. N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную" и постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 7 апреля 1999 г. N 7 "Об утверждении норм предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при

подъеме и перемещении тяжестей вручную" (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 июля 1999 г., регистрационный N 1817) нормы предельно допустимых нагрузок при подъеме и перемещении тяжестей вручную.»[16]

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

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).»[16]

6. «Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.»[16]

7. «В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность



специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

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

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

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).»[16]

8. «Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.»[16]

«Общие положения и область применения»[16]

9. «Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.»[16]

10. «Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного

и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.»[16]

11. «В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата.»[16]

12. «Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами.»[16]

13. «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно - эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств.»[16]

14. «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование".»[16]

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

16. «Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации.»[16]

«Нормативные ссылки»[16]

17. «Закон РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".»[16]

18. «Положение о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625.»[16]

19. «Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94.»[16]

«Термины и определения»[16]

20. «Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей.»[16]

21. «Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения.»[16]

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

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

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

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

«Общие требования и показатели микроклимата»[16]

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

27. «Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.»[16]

28. «Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.»[16]

«Оптимальные условия микроклимата»[16]

29. «Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.»[16]

30. «Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.»[16]

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

32. «Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин.»[16]

33. Требования по пожарной безопасности

«В целях настоящего Федерального закона применяются следующие понятия:

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

Нарушение требований пожарной безопасности - невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности.»[16]

#### Вывод

В результате работы над разделом было выявлено следующее:

- выявлены опасные и вредные производственные факторы, возникающие в процессе сборки.
- разработаны мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов
- проведено описание действий в случае возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций на промышленном объекте.

При соблюдении выполнения разработанных мероприятий данный участок может считаться безопасным для человека и окружающей среды.

#### **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.»[5]

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,»[5] 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, регламентированными трудовым кодексом, трудовой кодекс является основным законодательным актом по труду.

## **4.1 Анализ технологичности конструкции задней подвески**

### **4.1.1 Изменения конструкции, приводящие к изменению техпроцесса**

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

В связи с этим, технология сборки проектируемой подвески автомобиля Lada X-Ray усложняется и увеличивается время на сборку в сравнении с базовым вариантом-подвеской автомобиля Lada X-Ray.»[10]

### **4.1.2 Общие требования к технологичности конструкции подвески**

«а) Возможность узловой сборки.

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

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

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

в) Возможность механизации сборочных работ.

Сборочные работы полностью механизированы.

г) Инструментальная доступность.

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

д) Контролепригодность.

Моменты затяжки болтов контролируются самим пневмоинструментом.

е) Высокая степень унификации деталей и сборочных единиц.

ж) Применение несложных сборочных приспособлений.

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

з) Использование методов обеспечения точности.

Использование метода полной взаимозаменяемости.»[5]

## **4.2 Разработка технологической схемы сборки задней подвески**

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

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

группой второй группы и так далее. На схеме составные части изделий обозначаются прямоугольниками, разделенными на 3 части: 1 верхняя часть вписывает название составной части, 2 нижняя левая часть - название составной части. 3 в нижнем правом углу - число составных части.»[5]

«Графический вид в виде условного обозначения последовательности изготовления изделия или составной части его называется схемой изготовления изделий.»[5]

«При проектировании операций сборки определяются последовательность, возможность совмещения времени технологического перехода, выбираются оборудования, приспособлений и инструментов, составляются схемы монтажа оборудования, устанавливаются режимы работы и определяются нормы времени для технологических операций и соответствующих разрядов сборщика.»[5]

Сборные операции строятся на принципе дифференциальной и концентрационной дифференциации. Дифференциальная операция позволяет выполнять параллельно узлы и общие сборки и использовать высокопроизводительные сборочные машины. Это уменьшает длительность сборки, а следовательно, увеличивает производительность работы. Дифференциация операций используется при сборке поточного типа, концентрация – во всех других ситуациях. При концентрации процессов технологические переключения выполняются параллельно, последовательно или параллельно последовательно. Последовательность операций сборки определяется на основании схем сборки и монтажа изделий при сборке с учетом следующих требований: ранее выполненные операции должны не осложнять выполнение следующих операций; разбивка процесса на операциях должна производиться с учетом того, что такт сборки должен быть выполнен; после выполнения операций с регулированием или пригонкой, и после выполнения операций, когда может произойти брак, следует предусмотреть контрольную операцию.

#### 4.2.1 Составление перечня сборочных работ

«Перечень составляется в виде таблички, содержащей названия сборочных работ по последовательности, определяемой технологическими схемами общего и узлового сбора, а также данные о нормировании всех требуемых видов сборки. Эти работы очень разнообразны, и они могут быть определены только при расчете и анализа конкретных условиях сборки: полностью и точностью механических обработок деталей, поставленных на сборку, принятых методов достижения точки замыкания, принятых технологических способов выполнения соединений и т.д.»[5] В зависимости от целевого назначения работа может быть разделена на: механические обработки, выполняемые в цехе сборки; упаковка, распаковка, производство отдельных деталей; с изготовлением соединений деталей, узлов; работы, связанные с методами подъема и регулирования;

Описание технологических процессов изготовления. В этом процессе характеризуется в первую очередь установившийся объект производства, который выявил отнесение этого к массовым производствам. При большом объеме производства продукции это позволяет закреплять операции за определенное оборудование с его расположением в технологическом порядке по потоку, с широким использованием специального оборудования и механизации и автоматизации процессов производства, строгим соблюдением принципа совместимости, что позволяет резко сократить время производства сборки. «Высшая форма массового производства – это производство в непрерывном потоке, которое характеризуется тем, что каждая операция технологической линии равна времени по всем потокам, что обеспечивает производство обработки и сборки без задержек в строго установленные сроки. Для осуществления операций, которые не укладываются в установленную такту, используются дополнительные орудия.»[5] Перечень сборочных работ в таблице 15.

Таблица 15 – Перечень сборочных работ

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

Продолжение таблицы 15

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

#### 4.2.2 Определение трудоемкости сборки задней подвески

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

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

Суммарная трудоемкость сборки задней независимой подвески:

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

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

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

### 4.3 Определение типа производства

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

Определяем такт выпуска автомобилей:»[5]

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

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

$m$  – количество рабочих смен в сутки;

$N$  – годовой объем выпуска автомобилей.»[5]

### 4.4 Выбор организационной формы сборки

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



#### 4.5 Составление маршрутной технологии

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

Таблица 16 – Технологическая маршрутная карта

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

Продолжение таблицы 16

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

Вывод

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

## 5 Экономическая эффективность проекта

Параметрами продуктивности инвестпроекта есть чистый дивиденд, чистый дисконтированный дивиденд, внутренняя норма рентабельности, показателя 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 ЧДД делёное на дисконтированные капитальные вложения по проекту и плюс единица. Следующие показатели - это 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 проекту.

Срок окупаемости 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 рекомендуем его к реализации.

## 5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Исходные данные представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>Vгод.</i>	шт.	100000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталобразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,185

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

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

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

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

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

Расчетные данные в таблице 18.

(66)

Таблица 18 - Расчет затрат на сырье и материалы

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

$$M = 692,86 \text{ руб.}$$

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

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

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

Расчетные данные в таблице 19 и таблице 20.

Таблица 19 - Покупные изделия

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

$$\Pi_i = 8340,31 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

$T_i$  – трудоемкость выполнения операции, час.

$K_{прем.}$  – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %»[8]

Таблица 20 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,10	95,29	9,53
Токарная	6	0,25	99,44	24,86
Фрезерная	5	0,52	95,29	49,55
Термообработка	7	0,85	103,53	88,00
Шлифовальная	5	1,85	95,29	176,29
Сборочная	7	2,20	103,53	227,77
Итого		-		575,99
$K_{прем}$		12		69,12
Всего		-		645,11

$$Z_o = 645,11 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

Сравнительная калькуляция представлена в таблице 21.

Таблица 21 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	762,15	692,86
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	8340,31	8340,31
Основная заработная плата	<i>Зос</i>	645,11	645,11
Дополнительная заработная плата	<i>Здоп</i>	90,32	90,32
Страховые взносы	<i>Ссои.н.</i>	220,63	220,63
Расходы на содержание и	<i>Ссод.обер</i>	1251,52	1251,52
Пеховые расходы	<i>Спех.</i>	1109,59	1109,59
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	19,35	19,35
Цеховая себестоимость	<i>Спех.с.с.</i>	12438,97	12369,69
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1270,87	1270,87
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	13709,84	13640,56
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	39,76	39,56
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	13749,60	13680,12
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	17874,48	17874,48

## 5.2 Расчет точки безубыточности

«Для расчета безубыточного объема продаж необходимо вычислить следующие показатели:

Определение переменных затрат:

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

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

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

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

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

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

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

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

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

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

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

«Определение постоянных затрат:

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

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

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

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

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

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

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

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

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

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

«Определение амортизационных отчислений:»[8]

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

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

$$H_A = 12 \%$$

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

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

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

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

«Расчет выручки от реализации изделия:»[8]

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

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

«Расчет маржинального дохода:»[8]

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

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

«Расчет критического объема продаж:»[8]

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

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

$$А_{крит.} = 46810 \text{ руб.}$$

График точки

### 5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

«Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно

с каждым годом нарастающим итогом на:»[8]

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

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

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

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

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

«Для определения чистого дохода необходимо рассчитать

следующие показатели:

Объем продаж по годам:»[8]

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

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

«Выручка по годам:»[8]

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

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

для базового варианта:»[8]

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

«для проектного варианта:»[8]

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

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

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

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

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

для базового варианта:»[8]

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

«для проектного варианта:»[8]

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

«Налогооблагаемая прибыль по годам:»[8]

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

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

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

«Прибыль чистая по годам»[8]

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

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

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

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

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 130000 \text{ циклов}$$

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

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

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

«Дисконтирование денежного потока.

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

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

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

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

$$Ecm. = 5 \%$$

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

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

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (108)$$

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

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

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

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

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (110)$$

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

$$J_0 = 0,185 \cdot ( 942950058,84 + 1049215423,94 + 1155480789,04 +$$

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

«Чистый дисконтированный доход равен:»[8]

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

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

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

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (112)$$

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

«Срок окупаемости проекта»[8]

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

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

График прибыли представлен на рисунке 7.

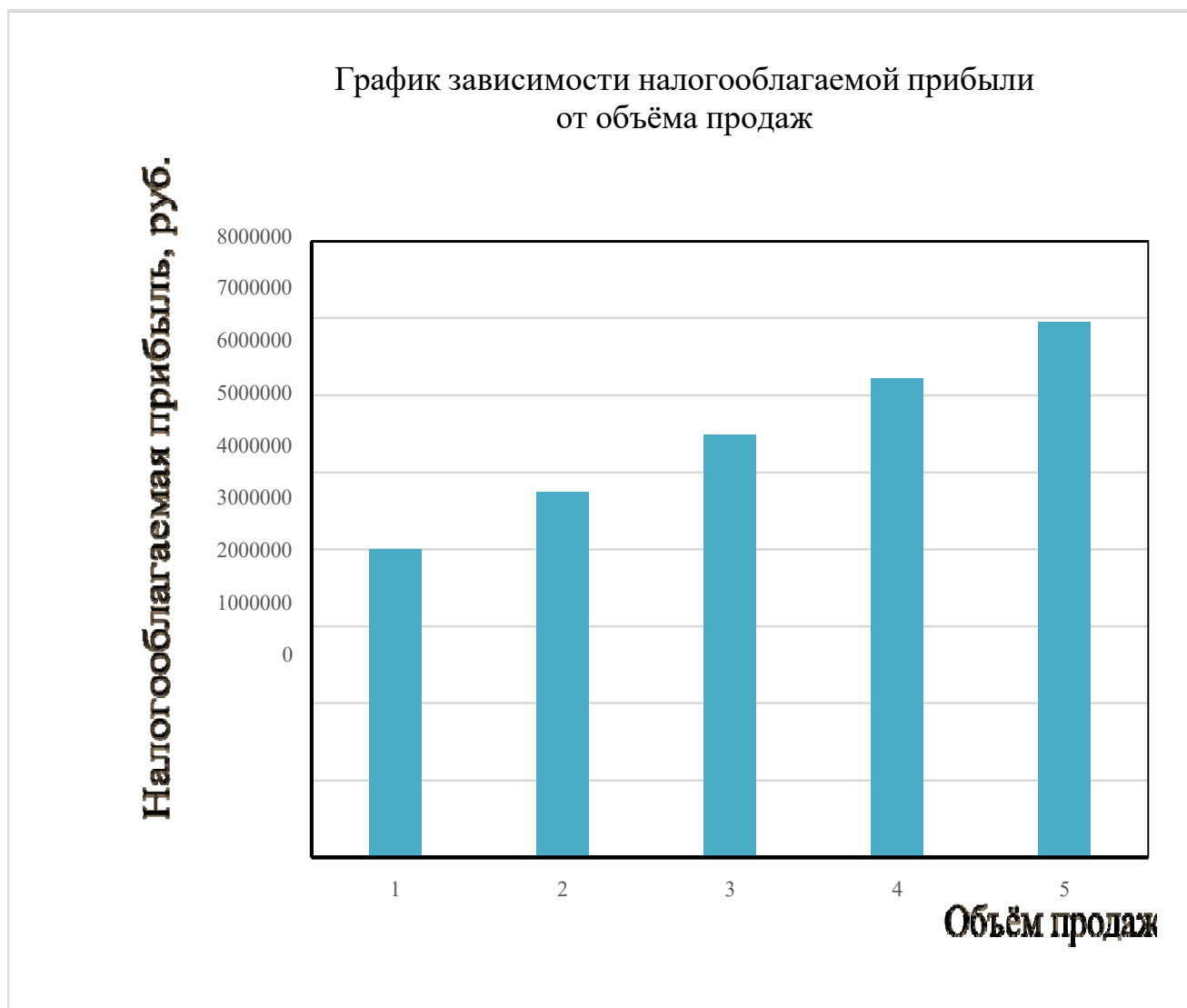


Рисунок 7 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объёма продаж.



## Выводы и рекомендации

«В результате проведения совокупности конструкторских мероприятий увеличился ресурс проектируемого узла автомобиля при одновременном положительном экономическом эффекте»[8] ID = 0,77.

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

Чистый дисконтированный доход от внедрения модернизированного узла автомобиля составляет»[8] 819304103,58 рублей.

«Срок окупаемости данного проекта равен»[8] 1,30 года, «что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.»[8]

## Заключение

В результате проведения выбора подвесных схем, проектного этапа конструкции, в сравнении ближайших аналогов и технологического исследования, возможностей производства выбираем схему, которая наиболее успешно сочетает все преимущества. Выполненная подвеска обеспечивает наименьшие технологические осложнения в производстве по сравнению с предшествующей схемой, при выполнении всех главных модернизационных задач.

Дальнейшее повышение потребительского качества подвески можно добиться при использовании несущих подрамников с мягким креплением. В таком случае тут можно решать проблемы с звукоизоляцией и кинематикой. Наличие значительного опыта разработки подвески McPherson позволяет предполагать, что указанные подвески для задней оси будут появляться на модернизированных, перспективных автомобилях ВАЗ.

В пояснительной записке представлены - введение, части конструкторского раздела, экономического раздела, безопасности, технологического раздела и приложение, всего 102 страниц в формате А4.

В графической части дипломного проекта входит 9 страниц чертежей формата А1.

Первый раздел посвящен проектированию разработанного узла, их текущей тенденции развития и классификации имеющихся типов конструкции.

Во второй части проекта идет речь о расчетах конструкции автомобиля. Это часть относится к динамическому расчету транспортных средств, расчету характеристик транспортных средств, расчету конструкций.

Третья часть дипломного проекта является безопасностью проекта.

Четвертая часть проекта диплома состоит из технологического раздела.

Пятый этап экономики. Посвящен экономическим расчётам.

## 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. Schmieretechnik / 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.

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

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

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

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

Графики тягово-динамического расчета

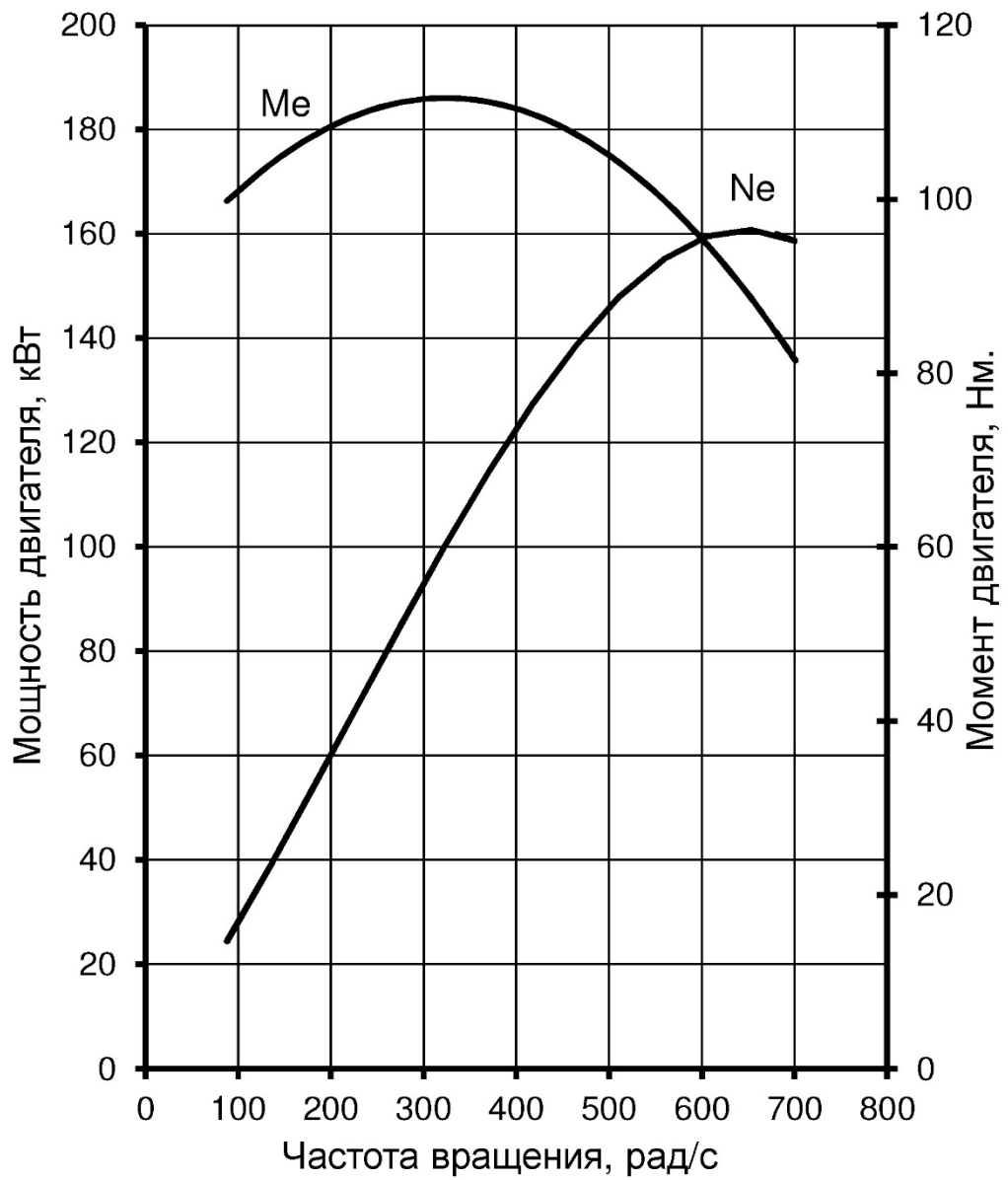


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

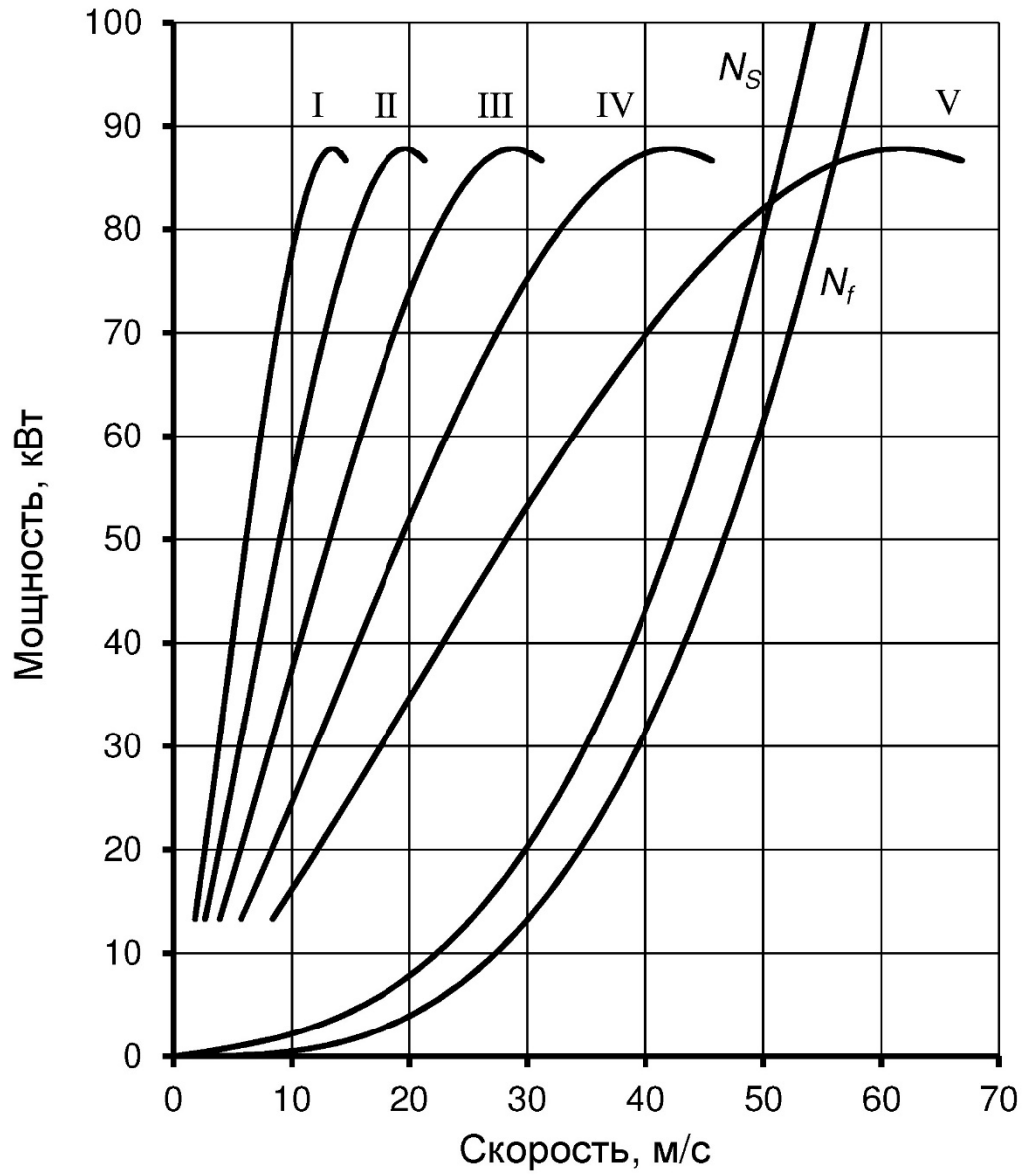


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

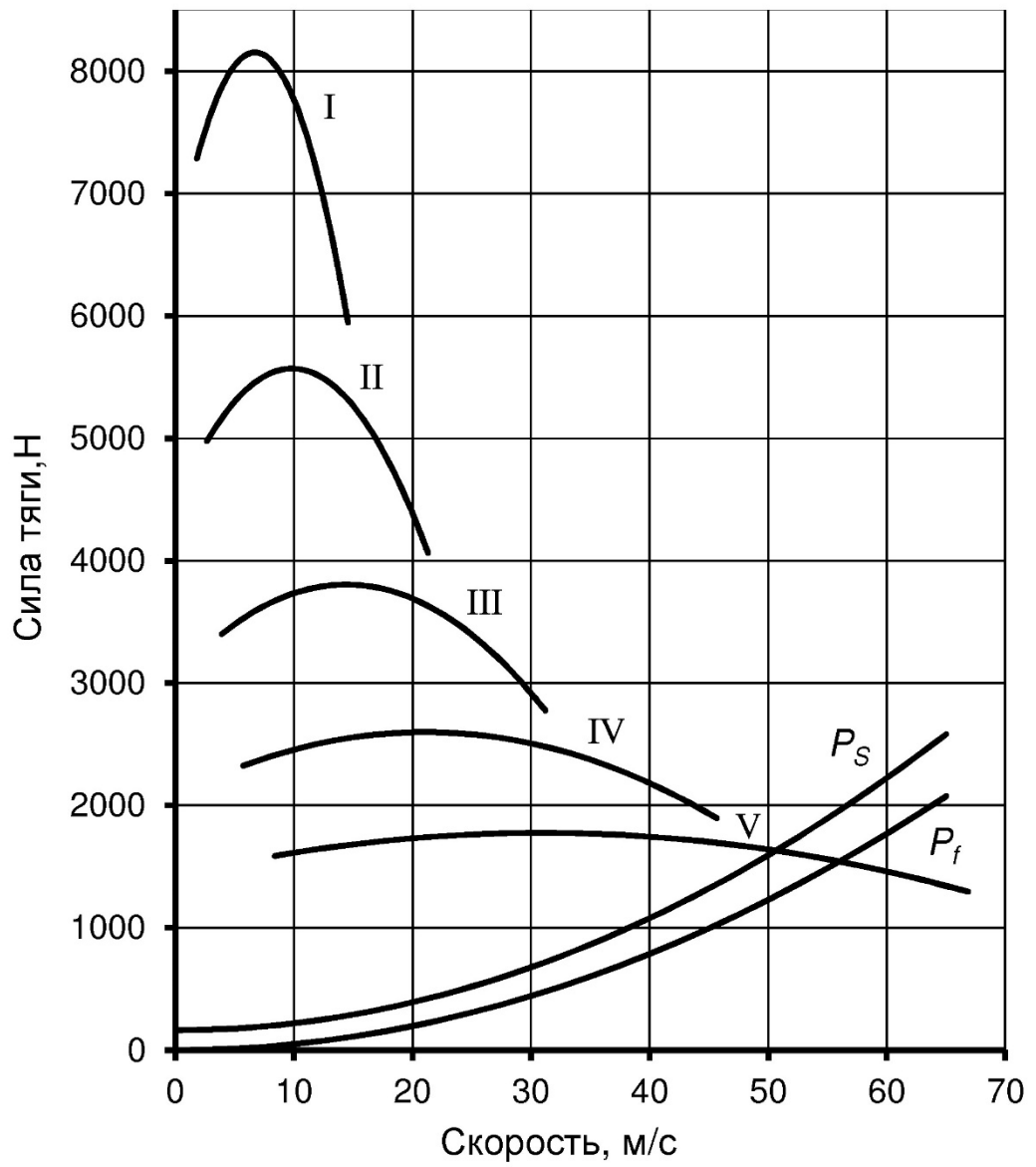


Рисунок А.3 – Тяговый баланс



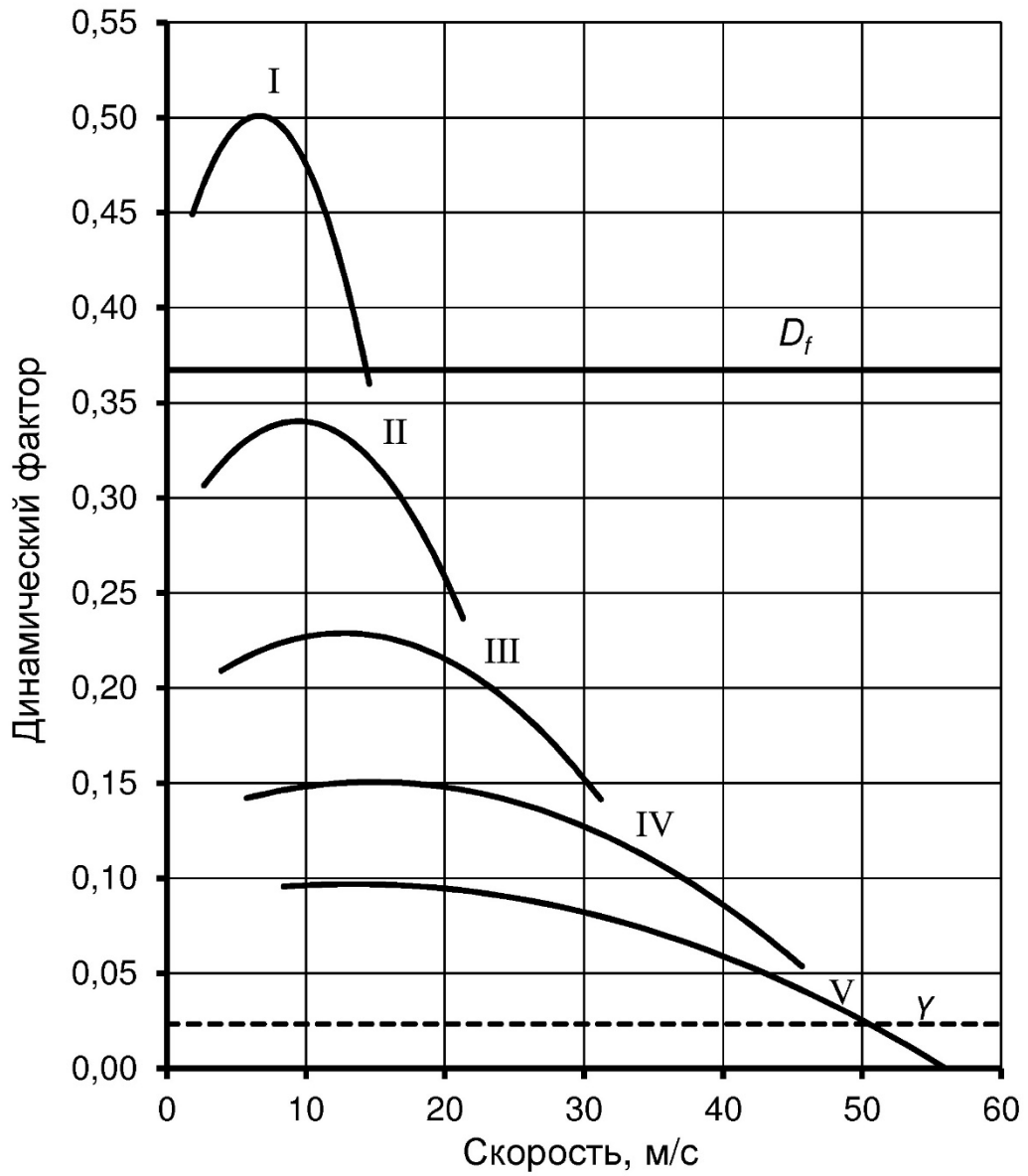


Рисунок А.4 – Динамический баланс

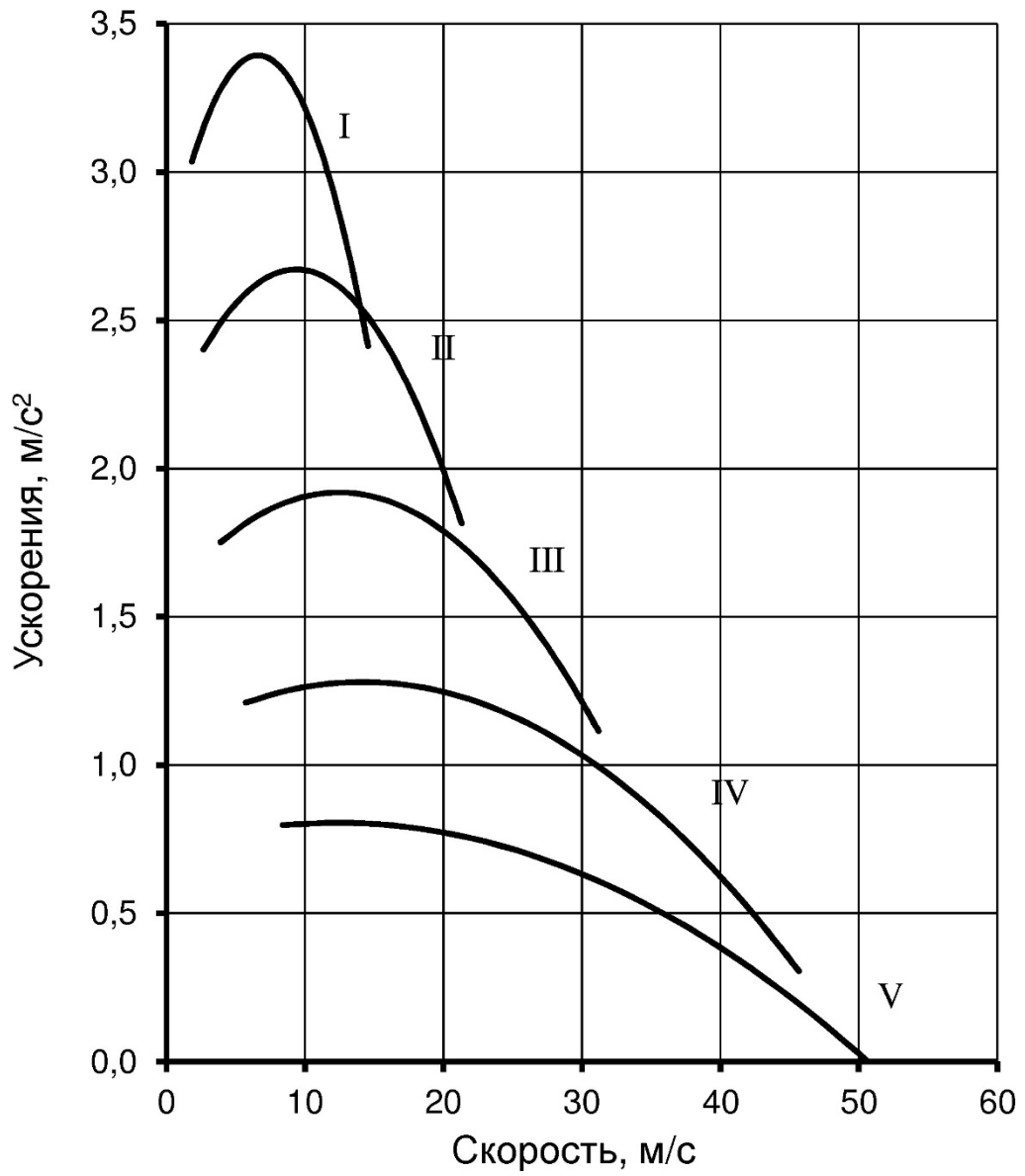


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

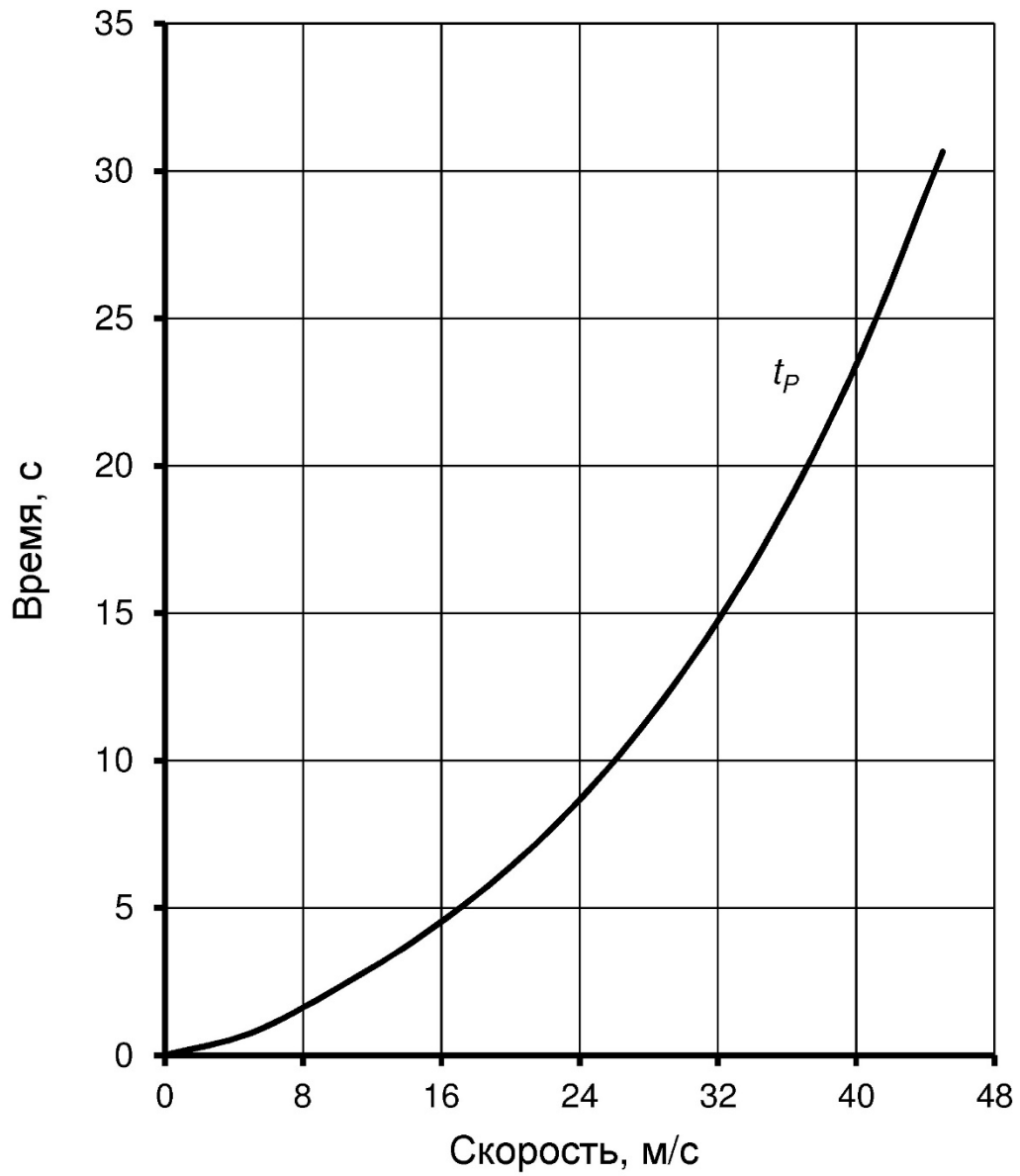


Рисунок А.6 – Время разгона

Продолжение Приложения А

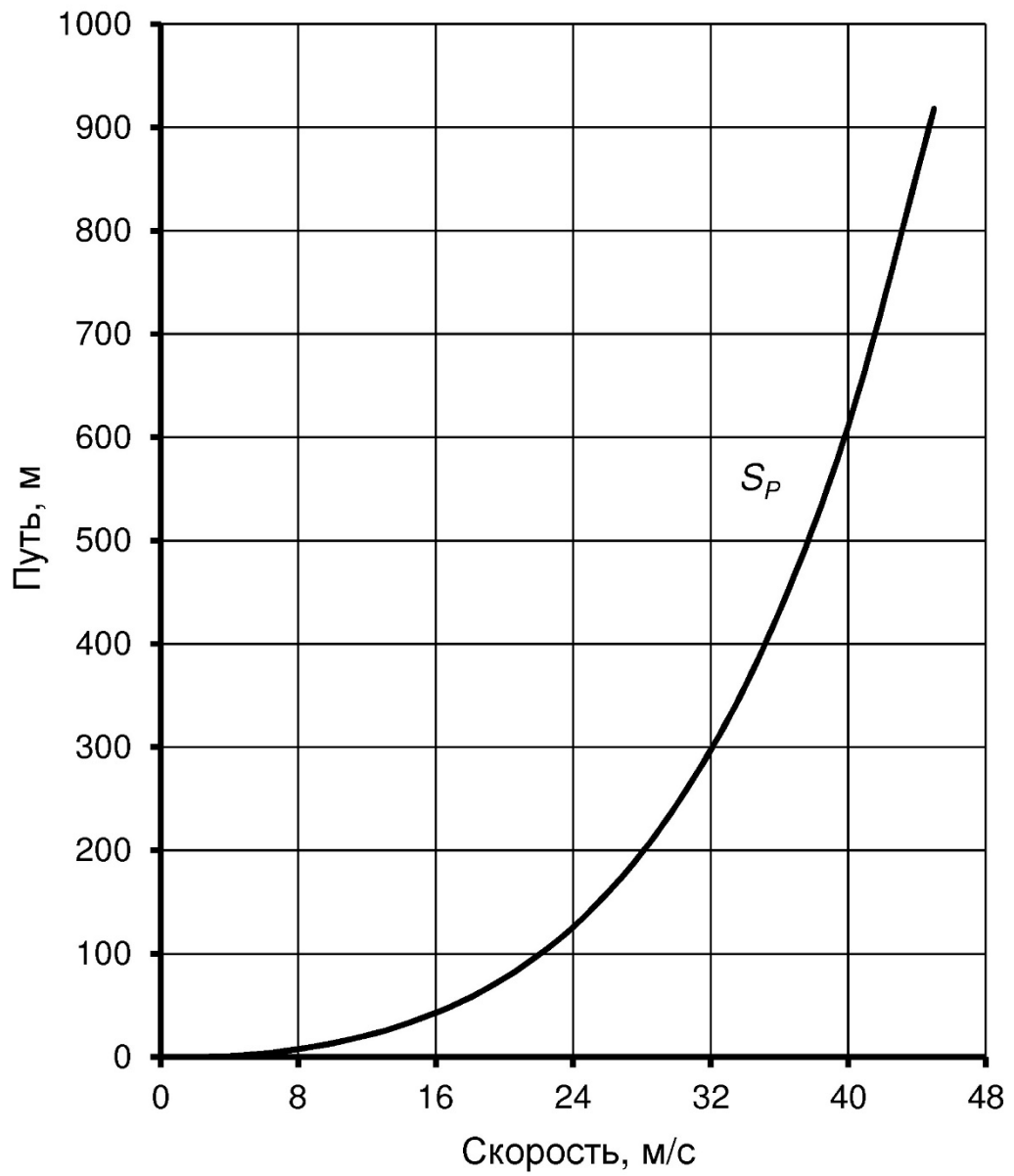


Рисунок А.7 – Путь разгона

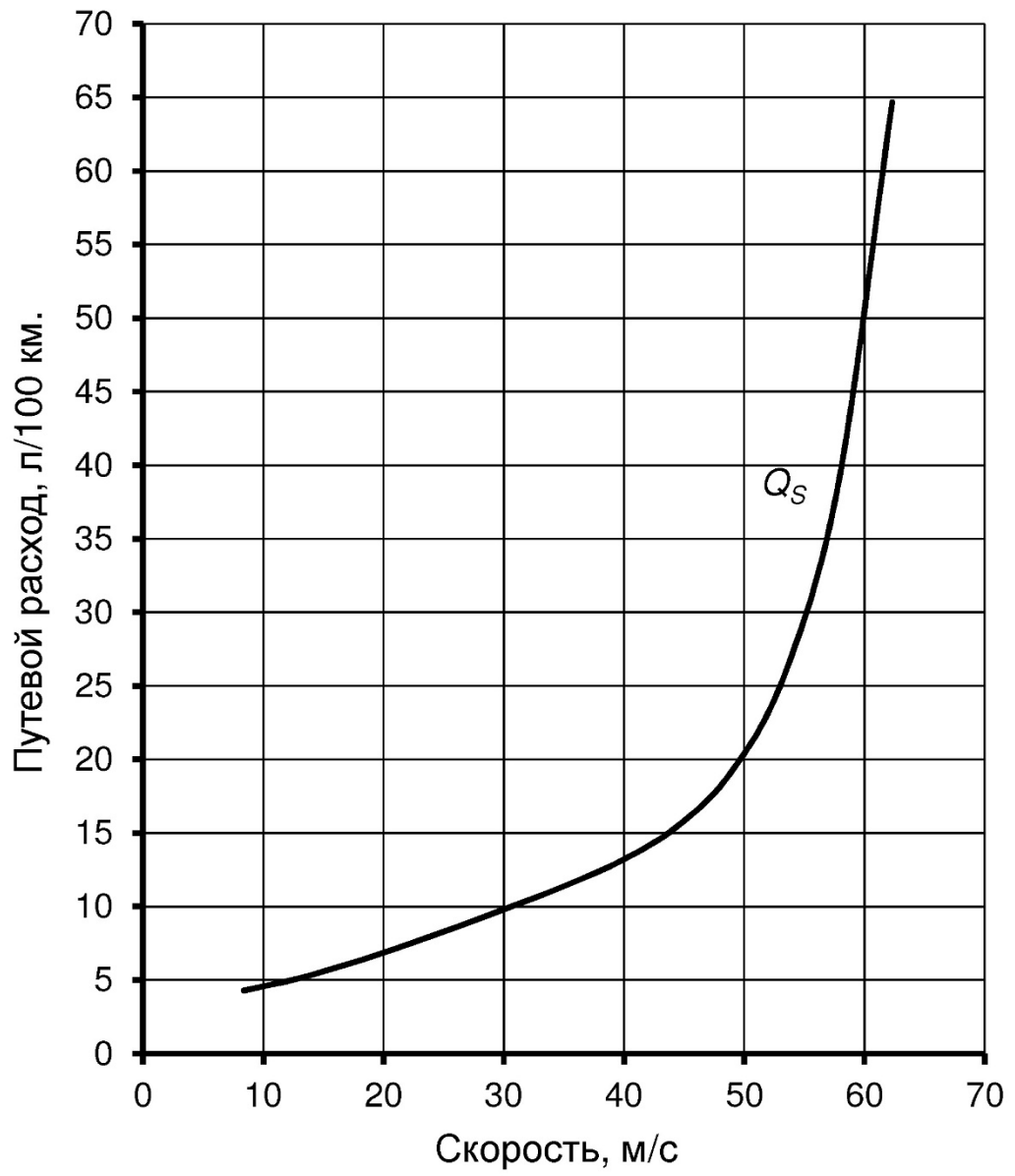


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива