

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 Разработка электромеханического усилителя тормозной системы для
автомобиля Лада Гранта

Студент

И.А. Дмитриев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизилев

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема дипломного проекта заключается в модернизировании механизма тормозной системы автомобиля Лада Гранта, а именно её управление водителем. Всеобщее научно-техническое развитие мира приводит к увеличению его скорости и автомобиль просто обязан обеспечивать тот ритм жизни человека, который есть сейчас в настоящее время, и поэтому требования к автомобилю тоже возросли, то есть он должен иметь надежную систему зажигания, надежные системы рулевого управления и безотказную тормозную систему, комфортную тихую коробку передач, плавное сцепление, хорошее динамичное ускорение. Устойчивость на дороге, удобство обслуживания и не дороговизна, безопасное вождение, значительный срок ресурса автомобиля, лучшая эффективность всех систем автомобиля таковым должен быть сегодня автомобиль.

Графическая часть дипломного проекта состоит из 10 страниц формата А1. Пояснительная записка включает в себя введение, части конструкторской, экономической, безопасности и технологической, а также приложение в виде графиков и спецификаций, всего состоит из 104 страниц формата А4.

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

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

Третья часть дипломного проекта - безопасность и экологичность проекта.

Четвертая часть дипломного проекта является технологическим разделом.

Пятая часть посвящена экономическим расчетам себестоимости разрабатываемого узла. Расчет точки безубыточности для данного проекта и расчет экономической эффективности.»[6]

Abstract

The topic of the thesis project is to modernize the mechanism of the Lada Granta car braking system, namely its driver control. The universal scientific and technical development of the world leads to an increase in its speed and the car is simply obliged to provide the rhythm of human life that is now at present, and therefore the requirements for the car have also increased, that is, it must have a reliable ignition system, reliable steering systems and a trouble-free braking system, a comfortable quiet gearbox, smooth grip, good dynamic acceleration. 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 graphic part of the diploma project consists of 10 pages of A1 format. The explanatory note includes an introduction, parts of design, economic, safety and technological, as well as an appendix in the form of graphs and specifications, in total it consists of 104 A4 pages.

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

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

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

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

The fifth part is devoted to economic calculations of the cost of the developed node. Calculation of the break-even point for this project and calculation of economic efficiency.»[6]

Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса	6
1.1 Назначение тормозной системы	6
1.2 Требования предъявляемые к конструкции и рабочим параметрам тормозной системы	6
1.3 Классификация конструкций тормозных систем	8
1.4 Выбор обоснование и описание вносимых изменений в конструкцию управления тормозной системой автомобиля	13
2 Конструкторская часть	15
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	15
2.2 Расчет элементов тормозной системы автомобиля	30
3 Безопасность и экологичность объекта	43
4 Технологическая часть	67
5 Экономическая эффективность проекта.....	80
Заключение	93
Список используемых источников.....	94
Приложение А Графики тягового расчета.....	97

Введение

Для интенсивного развития автопрома необходимо уменьшение трудоемкости техобслуживания автомобильного транспорта, 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. 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. Большое значение имеет появление новых технологий и разработок и инноваций, технических решений для соответствия текущим требованиям ритма мировой экономики.

Для всех автомобилей необходимы более технически совершенные технологии и продуктивные 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. Необходимо также улучшать аэродинамику кузова автомобиля, и его массу это влечет за собой уменьшение расхода топлива.

Автомобили должны работать в оптимальных режимах, для этого необходимы электронные технологии, их широкое применение в конструкциях автомобиля это позволит достичь этого. Высокоточности проектов можно достичь с помощью пространственного моделирования всех деталей, это позволит в перспективе на долго уменьшить трудоемкость конструкторской работы инженеров автомобилестроителей. Для линий массового производства, необходимо изготовление деталей высокого качества и точность выполнения операций.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение тормозной системы

Система управления тормозными механизмами автотранспортного средства является совокупностью подсистем тормозов, которые позволяют снизить скорость, остановить и удерживать машину на местах. «Тормозная система является активным средством безопасности автомобиля, направленным на предотвращение дорожных инцидентов. Требования к управлению тормозами регламентированы соответствующими правилами и ГОСТами. По данным регламента в автомобилях должны быть установлены следующие системы тормоза: рабочая, запасная, стояночная, вспомогательная. Рабочая система тормозов предназначен для того, чтобы снизить скорость автомобиля до полного останавливания.»[4] Эта система работает на всех колесах, обеспечивает служебные и экстренные торможения. Запасные тормозные системы предназначены для того, чтобы остановить автомобиль, если один из контуров рабочего торможения вышел из строя. Для этой цели можно использовать один из контуров рабочего тормоза или стояночного тормоза. Стоянная система тормоза позволяет удерживать автомобиль на месте для неподвижного состояния. Она работает только на задних колесах, задних тележках трехосных автомобилей или на трансмиссии вала. Вспомогательная система тормозов предназначена для служебного торможения автомобилей, ограничивает скорость движения автомобиля в затяжных горных дорогах. Эта система работает независимо от остальных систем тормоза, имеет свое тормозное устройство и привод.

1.2 Требования предъявляемые к конструкции и рабочим параметрам тормозной системы

Системой управления тормозными механизмами автотранспортных средств предусмотрены специальные требования, которые должны быть обеспечены для её безотказной работы и в процессе движения и когда

автомобиль стоит на месте: минимальный путь тормоза или максимальное замедление в процессе тормоза; устойчивость к экстренному торможению; стабильность характеристик тормоза при неоднократном торможении; минимальный момент реакции работы; соотношение силы на педали тормоза и сил на колесе автомобиля; лёгкость управления, то есть малые силы на управлении. Требования к системе рабочего и запасного тормоза дифференцируются по категориям, поскольку для каждого из них нельзя обеспечить равный уровень эффективности тормозных показателей. Рабочая система тормоза должна работать плавно на всех колесах автомобиля, рациональное распределение тормозного момента между мостами, обеспечение высокой эффективности тормоза. Тип 0 - холодные механизмы тормоза, температура тормоза не превышает 100С; Тип 1 – нагретые механизмы тормоза специального цикла, тормозная температура не превышает 100 С; Тип 2 – нагретые механизмы тормоза, благодаря чему автомобиль тормозит на подъеме.

Запасная система управления тормозными механизмами автотранспортных средств должна обеспечить остановку автомобиля при выходе из строя частей привода работы тормозной системы, если в ней нет более двух отклонений. Запасные системы могут быть и автономными, и контурными рабочими системами или стояночными. Управляющий орган может находиться в независимом или общем состоянии с рабочими или стояночными системами тормоза.

Стояночная система тормозов автотранспортных средств обеспечивает устойчивость автомобиля к уклону, даже если водитель в ней не присутствует. Она должна управляться с места управления, а управление и привод должны быть независимы от системы тормоза. Эффективность системы стояночного тормоза выбирают таким образом, что суммарный тормозной потенциал должен быть не меньше 24 процентов от полной массы автомобиля. Испытания проводятся на склоне менее 25 процентов при повороте автомобиля вверх или вниз по склону с двигателем, который отсоединяется от двигателя трансмиссии. Предписанная эффективность

должна быть получена при усилиях органа управления, которые соответствуют нормам запасных тормозных систем. Также ещё существует вспомогательная тормозная система, она используется грузовыми автобусами более 5,5 т, дизельными автобусами, автобусами, работающими в горах, а также автобусами более 8,5 м длиной. Для эффективности вспомогательного тормозного механизма необходимо обеспечить без применения других тормозных механизмов спуск автомобиля на скорости 30 ± 2 км/ч на уклоне в 7 % и протяженности 6 км.

Все тормозные системы имеют механизм тормозного привода и управления. Механизмы торможения осуществляют процесс тормоза, превращая кинетическую энергию движущейся машины в тепловую энергию. Тормозные приводы и механизмы управления контролируют действие механизмов тормоза. По отечественным нормативным документам, тормозная система современного автомобиля должна обладать элементами, которые обеспечивают сигнализацию о состоянии аварийной системы тормоза, то есть автоматическое предупреждение и контроль системы тормоза, что означает возможность проверки водителя в любое время.

1.3 Классификация конструкций тормозных систем

Механизмы торможения обеспечивают принудительное торможение, создавая сопротивление движению. Машины могут иметь тормозные механизмы разного типа.

Фрикционный тормоз создает искусственное противодействие движению автомобиля силами трения, которые возникают между движущимися деталями – ротором, а также неподвижными деталями статора. Для ротора можно использовать барабаны, диски и соответственно в механизмах тормоза барабанных и дисковых.

Как статор можно использовать неподвижные колодки тормозного щита или ленту, закрепленную на щитке тормозного. Дисковые тормоза выступают как статор вращающегося диска, а как ротор тормозных колодок,

закрепленных на тормозном цилиндре. На грузовых машинах широко применяются колодочные барабанные механизмы. На легковых машинах их использование сейчас снижается. Имеется компоновочное решение, где передний тормоз дисковый, задний барабан. Барабанные тормоза эффективнее, чем дисковые, защищены лучше от внешних агрегационных сред. Но они обладают большой массой и неустойчивыми выходными характеристиками. В качестве колесного тормоза не применяются барабанные ленточные механизмы. В некоторых случаях используются как трансмиссионные тормозные механизмы.

Дисковые тормоза широко используются в легковых машинах, включая барабанные. В последние годы тормозные диски все более широко применяются на грузовых машинах. Дисковые тормоза в сравнении с барабанами меньше массы, компактнее, обладают стабильными ходовыми характеристиками, лучше обогрываются и очищаются от влаги. Они отлично работают вместе с системами антиблокировки. Принудительное ускорение может быть осуществлено различными способностями: механическими, гидравлическими, электрическими, внеколесными. Наиболее часто используются механизмы фрикционного тормоза. Для легковых автомобилей крупного класса используются тормозные диски на переднем колесе, а также барабанные колодки на заднем колесе, показано на рисунке 1.

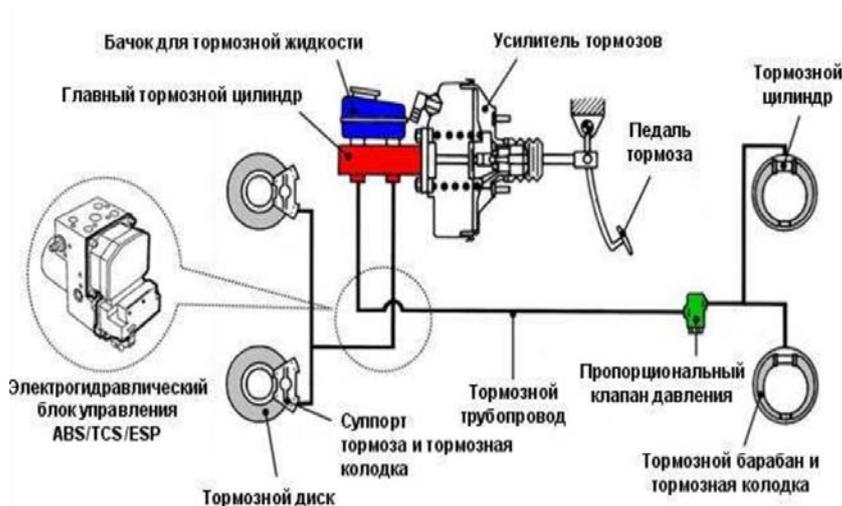


Рисунок 1 – Принципиальная схема работы и привода тормозной системы автомобиля.

На грузовых машинах, вне зависимости от грузоподъема,

устанавливаются механизмы барабанного колодочного тормоза. Лишь в последние годы есть намеченная тенденция применения дискового механизма на грузовых автомобилях.

На сегодняшний день тормозные ленточные механизмы, как колесные, совсем не применяются. В некоторых случаях они используются в качестве трансмиссий для системы стояночного тормоза большегрузных автомобилей.

Механизмы гидравлического и электрического тормоза используются в качестве тормозных замедлителей. На некоторых автомобилях тормозной замедлитель - двигатель, коллектор впуска перекрывается стальными заслонками. Дисковый тормозной механизм показан на рисунке 2, а барабанный на рисунке 3.

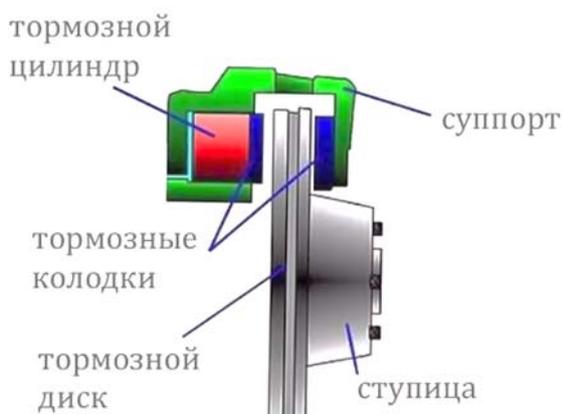


Рисунок 2 – Дисковый тормозной механизм переднего колеса

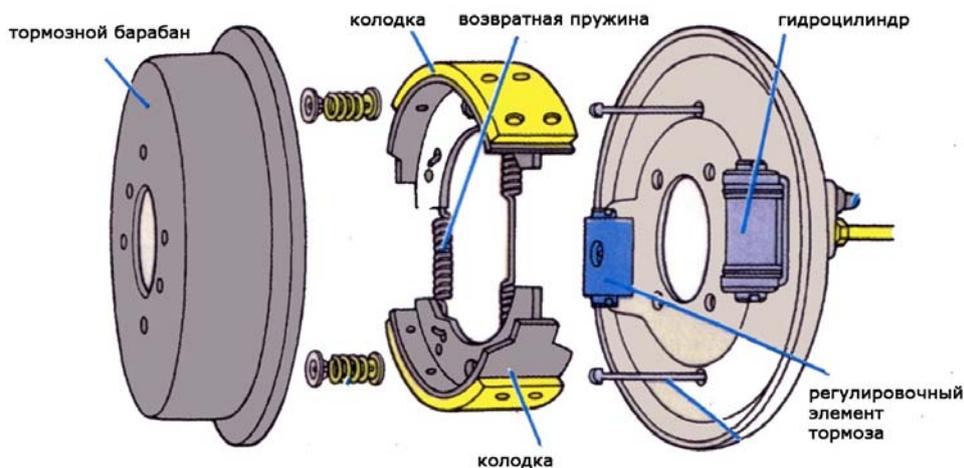


Рисунок 3 – Барабанный тормозной механизм заднего колеса

Классификация приводов тормоза представлена на рисунке 4.

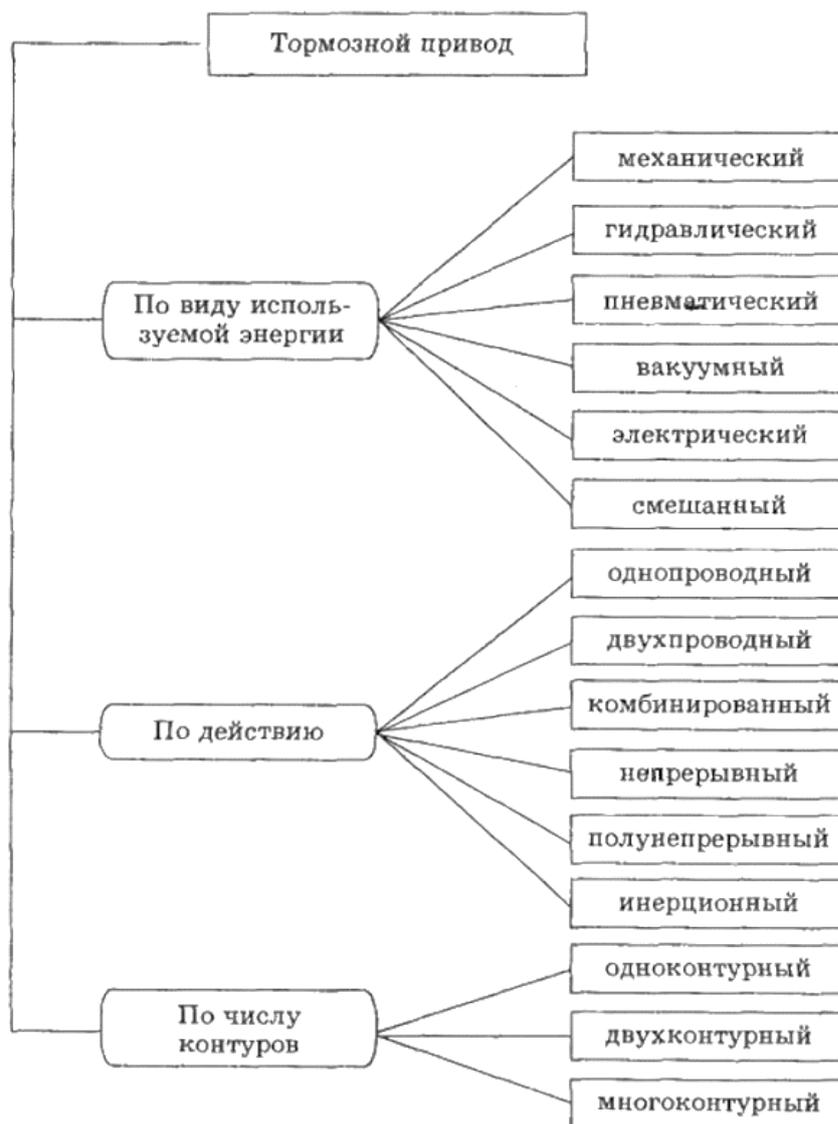


Рисунок 4 – Классификационная схема типов приводов тормоза

Механическая передача, состоящая из тяги и редукторов, применяется в основном тормозной системе с ручной регулировкой вспомогательной тормозной системы - «стояночного тормоза». Этот привод использует мускульную энергию водителя, чтобы включить тормозной механизм. Простота конструкция и постоянная жесткость механических приводов делают ее наиболее применимой для системы стояночного тормоза. Гидравлический привод применяется в системе рабочего тормоза легковых и грузовиков малого и среднего веса. В этом приводе усилия педали оси к механизмам тормоза передаются жидкостями. Для установки тормоза используется мускульная энергия водительского автомобиля. Для того, чтобы водителю было удобно включать тормоза, нередко используется

гидравлический привод с вакуумной или пневматической усиливающей системой, показан на рисунке 5.

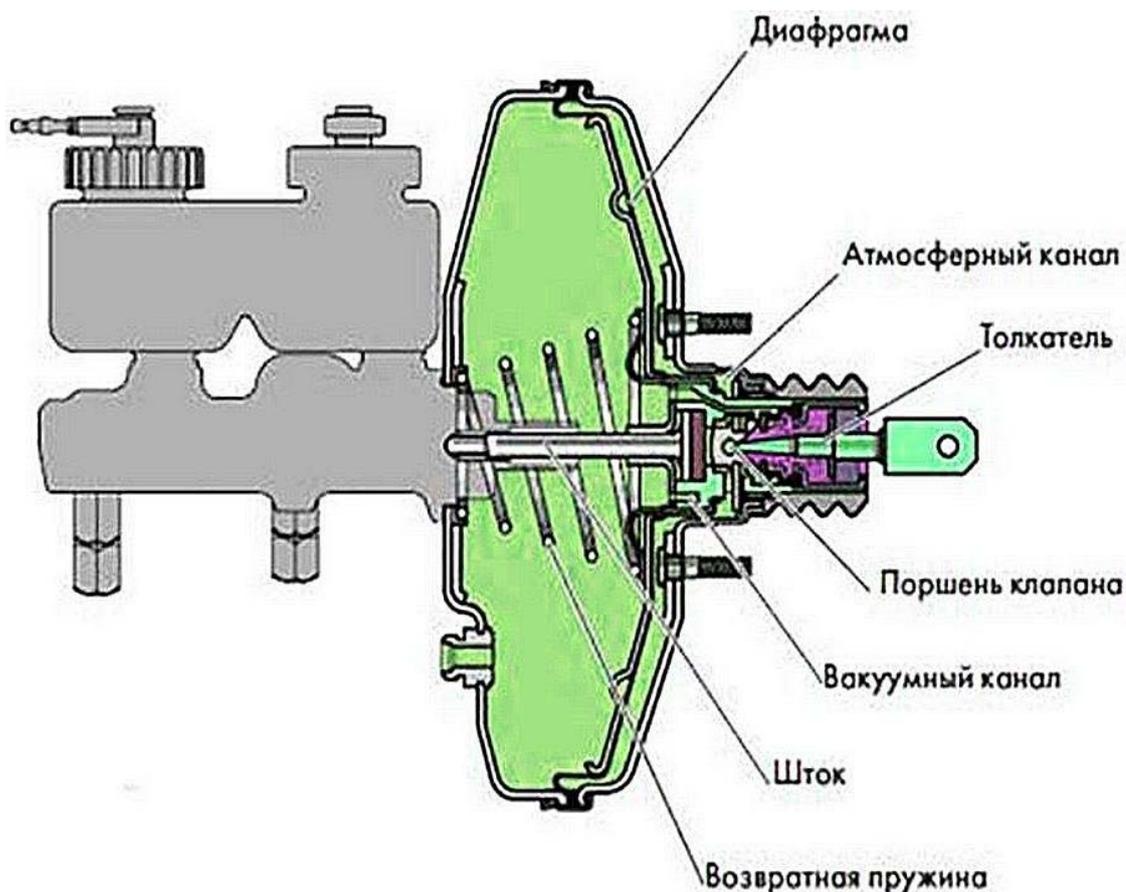


Рисунок 5 – Устройство механизма вакуумного усилителя тормозов

Сегодня очень распространены гидравлические приводы с насосами. В данном случае, для того чтобы ввести тормозные механизмы и создать необходимые тормозные моменты, необходимые для быстрой остановки автомобиля, используется электроэнергия двигателя, который приводит в действие гидронасос, непосредственно или через любой силовой агрегат автомобиля. Пневматический привод широко применяется в системе тормозов тягачей среднего и большого грузового и автобусного типа. В системе тормозов пневматического привода механизмы тормоза включаются при помощи использования сжатой энергии воздуха. Для длинных и больших грузовых автомобилей часто используется комбинированный гидропневматический привод. В этом приводе, чтобы увеличить тормозные усилия, используется сжатый воздух, и его передача к механизму тормоза осуществляется с помощью

жидкости. Для автопоезда необходим электропривод, поскольку в этом случае достигается самый простой способ переноса энергии по большим расстояниям при очень малом времени для работы системы тормоза.

1.4 Выбор обоснование и описание вносимых изменений в конструкцию управления тормозной системой автомобиля

Защищенность людей находящихся внутри автотранспортного средства при его движении и особенно с «высокой скоростью значительно зависит от эффективности действий и безопасности тормоза. Эффективность торможения определяется определенной оценкой торможения или временем»[4] остановки автомобиля. Чем более эффективны тормозные действия, тем более безопасны скорости, которые могут допустить водители, а также любые другие скорости движения автомобиля по всему маршруту.

Основная задача в разработке новых конструкций тормозной системы - обеспечить надежную работу тормозной системы. Эта цель достигается следующим образом, предлагается использовать «электромеханический усилитель тормозного привода. Электромеханический усилитель содержит толкатель поршня для передачи усилия приведения в действие тормозной системы от педали тормоза на поршень главного тормозного цилиндра и электромеханическое устройство для создания дополнительного усилия, повышающего усилие приведения в действие тормозной системы. Ведомое или выходное звено устройства для создания дополнительного усилия соединено с толкателем поршня, один концевой виток которого соединен с толкателем поршня, а другой концевой виток - с указанным ведомым или выходным звеном. Предлагаемый электромеханический усилитель тормозного привода с отличительными признаками, имеет толкатель поршня и электромеханическое устройство для создания дополнительного усилия. Толкатель поршня, механически соединяющий педаль тормоза с поршнем главного тормозного цилиндра. Под толкателем поршня в общем случае подразумевается соединительный элемент, который независимо от своей формы, механически

соединяет педаль тормоза с поршнем главного тормозного цилиндра. Вместо педали тормоза для приведения в действие тормозной системы автомобиля мускульным усилием может быть также предусмотрен иной орган или элемент управления. Толкатель поршня усилителя тормозного привода имеет поводок, который взаимодействует с винтом винтовой передачи.»[4] Винт представляет собой винт и концентрично охватывает толкатель поршня. «Гайка винтовой передачи одновременно является ротором электродвигателя электромеханического усилителя тормозного привода. Электродвигатель в сочетании с приводом ходовым винтом можно обобщенно назвать электромеханическим устройством для создания дополнительного усилия, каковое устройство при подачи на него электрического тока развивает прикладываемое к толкателю поршня через поводок дополнительное усилие, которое повышает приложенное к толкателю поршня мускульное усилие приведения в действие тормозной системы. При быстром нажатии на педаль тормоза, например при аварийном торможении, толкатель поршня может опережать в своем движении ходовой винт, и в этом случае тормозная система приводится в действие исключительно мускульным усилием. Водителю автомобиля не требуется совместно ускорять винт и маточную гайку, которая одновременно является ротором электродвигателя.»[4]

Также в дальнейшей перспективе возможно использование данного механизма в качестве исполнительного органа для приведения в действие некоторых дополнительных электронных систем безопасности автомобиля, которые могут быть интегрированы в автомобиль через подключение к электронному блоку управления автомобилем. Дополнительные системы безопасности могут быть, например, такими: система помощи при парковке для экстренной остановки автомобиля, система управления экстренного торможения при обнаружении препятствия на дороге, т.е. это могут быть пешеходы или животные или же при выезде на встречную полосу. Также эта система будет необходима при внедрении в автомобиль системы автопилотирования, что в настоящее время уже проходит испытания на закрытых полигонах и ждут своего часа, чтобы выйти в мир.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес	$n_k = 2$
Собственная масса, кг	$m_o = 1088$
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	$\alpha_{max} = 0,28$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,00$
Коэффициент сопротивления качению	$f_{ko} = 0,012$
Число передач в коробке передач	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось	51
задняя ось.....	49
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$ »[2]

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

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

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

«где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;»[2]

$$G_o = m_o \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (2)$$

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

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

$$G_A = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7270 \text{ Н} \quad (7)$$

«б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 185/65 R14.»[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;

$B = 185$ – ширина профиля, мм;

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

$d = 355,6$ – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 1895) \cdot 10^{-3} = 0,294 \text{ м} \quad (9)$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

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

«где U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость. Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,784. »[2]

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

2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

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

«где ψ_V - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

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

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

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

$$N_V = (14838 \cdot 0,023 \cdot 51,67 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 51,67^3 / 2) / 0,91 = 95983$$

Вт

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

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

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

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
845	88	14,6	166,3
1290	135	23,4	173,4
1750	182	32,6	178,9
2180	229	41,9	182,8
2640	276	51,2	185,2
3070	324	60,2	186,0
3540	371	68,7	185,3
3980	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 ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма»[2]

$$(\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}).$$

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,28 = 0,303 \quad (20)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,303 \cdot 0,294 / (186,0 \cdot 0,91 \cdot 3,938) = 1,601$$

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

«где $G_{СИ}$ - сцепной вес автомобиля»[2] ($G_{СИ} = G_1 \cdot m_1 = 7567 \cdot 0,9 = 7450$

Н,

m_1 - «коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),

φ - 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] Расчетные данные сводятся 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

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

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

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

Расчетные данные сводятся в таблицу 3.

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обор. двс, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
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.

Таблица 4 - Силы сопротивления движению»[2]

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, 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

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
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 δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги. »[2]

$$\Psi = f + i$$

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

Расчетные данные сводятся в таблицу 6, таблицу 7 и таблицу 8.

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

«где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$. »[2]

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

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

Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Об двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
840	3,03	2,40	1,75	1,21	0,80
1290	3,17	2,50	1,82	1,25	0,81
1740	3,27	2,58	1,88	1,28	0,79
2190	3,34	2,64	1,91	1,28	0,75
2640	3,38	2,67	1,92	1,27	0,70
3090	3,39	2,67	1,91	1,23	0,62
3540	3,37	2,65	1,88	1,18	0,51
3990	3,33	2,60	1,83	1,11	0,39
4440	3,25	2,54	1,76	1,02	0,24
4890	3,14	2,44	1,67	0,92	0,07
5340	3,01	2,32	1,57	0,79	-
5790	2,84	2,18	1,44	0,65	-
6240	2,64	2,01	1,29	0,49	-
6690	2,42	1,82	1,12	0,31	-
6500	2,51	1,90	1,19	0,39	-

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор, об/мин	Обр.уск. 1пер, с2/м	Обр.уск 2пер, с2/м	Обр. 3пер, с2/м	Обр. 4пер, с2/м	Обр. 5пер, с2/м
840	0,33	0,42	0,57	0,83	1,25
1290	0,32	0,40	0,55	0,80	1,24
1740	0,31	0,39	0,53	0,78	1,26
2190	0,30	0,38	0,52	0,78	1,33
2640	0,30	0,38	0,52	0,79	1,44
3090	0,29	0,37	0,52	0,81	1,62
3540	0,30	0,38	0,53	0,85	1,95
3990	0,30	0,38	0,55	0,90	2,57
4440	0,31	0,39	0,57	0,98	4,12
4890	0,32	0,41	0,60	1,09	13,44
5340	0,33	0,43	0,64	1,26	-
5790	0,35	0,46	0,70	1,54	-
6240	0,38	0,50	0,78	2,05	-
6690	0,41	0,55	0,90	3,26	-
6500	0,40	0,53	0,84	2,59	-

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 ΔV_k на значение площади прямоугольника со сторонами ΔV_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 ,

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

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	152	0,8
0-10	457	2,3
0-15	824	4,1
0-20	1279	6,4
0-25	1861	9,3
0-30	2603	13,0
0-35	3527	17,6
0-40	4685	23,4
0-45	6130	30,6

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

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

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

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

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

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

Путь разгона от скорости V_0 »[2]

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

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

«Результаты расчёта заносятся в таблицу 10: »[2]

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, 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] Расчетные данные сводятся в таблицу 11 и таблицу 12.

Таблица 11 - Мощностной баланс

Обор. двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
840	13,2
1290	21,2
1740	29,4
2190	38,1
2640	46,5
3090	54,7
3540	61,4
3990	68,4
4440	76,5
4890	81,8
5340	83,9
5790	87,2
6240	87,9
6690	86,4
6500	87,0

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
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]

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

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (42)$$

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

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

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

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение К _И	Значение К _Е	Значение 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 элементов тормозной системы автомобиля

Расчет шарико-винтового механизма

«Определение геометрические размеры ШВМ исходя из нагрузочной способности

Расчет основывается на зависимости размеров механизма в зоне контакта шариков от величины допускаемых контактных напряжений и числа циклов нагружения.

Диаметр винта выбирается из условия устойчивости винта.

Внутренний диаметр резьбы винта d_1 определяется по формуле:»[5]

$$d_1 = 1.2 \cdot \sqrt[4]{F_a [n_y] (\mu \cdot l)^2 / E} , \quad (45)$$

«где d_1 - внутренний диаметр резьбы [мм];

F_a - сила, нагружающая винт [Н];

$[n_y]$ - допускаемый коэффициент запаса устойчивости, $[n_y] = 3,5 \dots 5$

– для горизонтальных винтов;

$$[n_y] = 5$$

μ - коэффициент приведения длины винта, зависящий от условий закрепления винта;

$$\mu = 0,7$$

l - длина сжатого участка винта [мм];

E - модуль упругости материала винта [МПа]. »[5]

$$d_1 = 1.2 \cdot \sqrt[4]{25 \cdot 5 \cdot (0,7 \cdot 90)^2 / 210000} = 20 \text{ [мм]}$$

«В целях увеличения надежности и долговечности $d_1 = 6,98$.

Диаметр шарика $d_{ш}$, шаг резьбы P , средний диаметр резьбы d_0 , наружный диаметр резьбы гайки D_2 , радиус профиля каналов в винте и гайке $r_{п}$, угол подъема винтовой линии резьбы ψ на среднем диаметре выбираются в зависимости от d_1 по таблице: »[5]

$d_{ш} = 5 \text{ мм}$, $P = 15 \text{ мм}$, $d_0 = 23 \text{ мм}$, $D_2 = 26 \text{ мм}$, $r_{п} = 1,54 \text{ мм}$, $\psi = 7^\circ 19'$

«Диаметр отверстия в гайке D и наружный диаметр резьбы винта d находятся по формулам»[5]

$$\begin{aligned} D &= D_2 - 2h \\ d &= d_1 + 2h \end{aligned} \quad (46)$$

«где h – глубина профиля резьбы у винта и гайки [мм]»[5]

$$h = (0,3 \dots 0,35)d_w,$$

«меньшее значение h принимают для ШВМ, воспринимающих небольшие осевые нагрузки, большие – для механизмов со значительными осевыми нагрузками.»[5]

$$h = 2,5[\text{мм}]$$

$$D = 30 [\text{мм}]$$

«Выбираем полукруглый профиль резьбы, угол контакта шарика с поверхностью резьбы $\alpha_k = 45^\circ$.»[5]

«Проверочные расчеты ШВМ на прочность

Определение крутящего момента M_k , приложенного к ходовому винту для преодоления осевой нагрузки:»[5]

$$M_k = \frac{M_e}{\eta_{оп}}, \quad (47)$$

«где M_e – момент трения в резьбе шарико-винтовой пары [Н*мм];

$\eta_{оп}$ – КПД шарикоподшипников винта,»[5]

$$\eta_{оп} = \eta_{пш}^n, \quad (48)$$

«где $\eta_{пш}$ – КПД одного подшипника $\eta_{пш} = 0,98$;

n – число подшипников в опорах механизма $n = 3$;»[5]

$$M_e = 0,5F_a d_0 \text{tg}(\varphi + \varphi_k'), \quad (49)$$

«где ϕ'_k – приведенный угол трения качения»[5]

$$\phi'_k = \frac{\text{arctg}(k)}{d_w \cos(\alpha_k)} , \quad (50)$$

«где k – коэффициент трения качения в шарико-винтовой паре, $k = 0,01$ мм.»[5]

$$\phi'_k = \frac{\text{arctg}(0,01)}{3 \cos(45)} = 0,27 \quad (51)$$

$$M_k = \frac{0,5 \cdot 25 \cdot 10 \cdot \text{tg}(7,32 + 0,27)}{0,98^3} = 17,09 \text{ Нмм}$$

«Проверка винта на продольную устойчивость по запасу устойчивости:»[5]

$$n_y = \frac{F_{акр}}{F_a} \geq [n_y] , \quad (52)$$

«где $F_{акр}$ - критическая сила [Н];

$[n_y]$ - допускаемый коэффициент запаса устойчивости; $[n_y] = 5$ »[5]

$$F_{акр} = \frac{\pi^2 EJ}{(\mu \cdot l)^2} , \quad (53)$$

«где E - модуль упругости материала винта [МПа];

J - приведенный момент инерции сечения винта;

μ - коэффициент приведения длины винта, зависящий от условий закрепления винта;

l - длина сжатого участка винта [мм]; »[5]

$$J = (\pi \cdot d_1^4 / 64) \cdot (0,4 + 0,6 \frac{d}{d_1}) \quad (54)$$

$$n_y = \frac{(\pi^3 \cdot 6,98^4 / 64) \cdot (0,4 + 0,6 \frac{8,78}{6,98}) \cdot 210000}{(0,7 \cdot 130)^2 \cdot 25} = 188 \geq 5$$

«Расчет винта на ходовую прочность по приведенному напряжению с учетом деформации сжатия/растяжения и кручения: »[5]

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\left(\frac{Q}{F_1}\right)^2 + 4\left(\frac{M_{\kappa}}{W_p}\right)^2} \leq [\sigma_p] \quad , \quad (55)$$

«где F – максимальная осевая нагрузка [даН];

M_{κ} – крутящий момент [даН*см], приложенный к ходовому винту для преодоления осевой нагрузки;

F_1 – площадь поперечного сечения винта по внутреннему диаметру резьбы [см²] »[5]

$$F_1 = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \cdot (1 - \beta^3) \quad , \quad (56)$$

«где для сплошного винта $\beta = 0$:

W_p – полярный момент сопротивления того же сечения; »[5]

$$W_p = \frac{\pi}{16} \cdot d_1^3 \cdot (1 - \beta^4) \quad , \quad (57)$$

« $[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение; »[5]

$$[\sigma_p] = (0,3 \dots 0,4) \sigma_T \quad , \quad (58)$$

«где σ_T – предел текучести материала винта»[5]

«Руководствуясь рекомендациями литературы [5], для винта выбираем сталь 20Х2НА4:

$\sigma_T = 1300$ МПа , тогда $[\sigma_p] = 0,4\sigma_T = 520$ МПа. »[5]

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{\left(\frac{2,5}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,698^2}\right)^2 + 4 \left(\frac{17,09}{\frac{\pi}{16} \cdot 0,698^3}\right)^2} = 491 \leq 520 \text{ МПа}$$

«Проверочный расчет ШВМ на контактную прочность и определение числа рабочих шариков

Грузоподъемность ШВМ при выбранных диаметрах ходового винта и шарика зависит от числа шариков, одновременно воспринимающих нагрузку, и от твердости контактирующих поверхностей резьбы и шарика.

Наибольшие контактные напряжения на площадке контакта для соприкасающихся поверхностей шарик – поверхность резьбы ходового винта определяется по формуле Герца:»[5]

$$\sigma_H = \alpha \cdot \sqrt[3]{F_n \cdot E^2 (2r_n - d_w)^2 / (d_w \cdot r_n)^2} \leq \sigma_{\text{НР}} , \quad (59)$$

«где F_n - нагрузка на шарик, действующая по нормали к площадке контакта [Н];

E - приведенный модуль упругости материалов шарика и ходового винта [МПа];

r_n - радиус профиля каналов в винте и гайке [мм];

d_w - диаметр шарика [мм];

α - коэффициент, зависящий от отношения $\rho_{\text{пр max}} / \rho_{\text{пр min}}$, определяется по графику;

$\rho_{\text{пр max}}$, $\rho_{\text{пр min}}$ – наибольший и наименьший приведенные главные радиусы кривизны площадки контакта шарика с резьбой ходового винта. »[5]

$$\begin{aligned} \rho_{\text{пр max}} &= d_w \cdot r_n / (2r_n - d_w) \\ \rho_{\text{пр min}} &= d_w \cdot d_1 / [2 \cdot (d_w \cdot \cos(\alpha_k) + d_1)] \end{aligned} \quad (60)$$

$$\rho_{\text{прmax}} = 3 \cdot 1,57 / (2 \cdot 1,54 - 3) = 57,75 \quad [\text{мм}]$$

$$\rho_{\text{прmin}} = 3 \cdot 6,98 / [2 \cdot (3 \cdot \cos(45) + 6,98)] = 1,15 \quad [\text{мм}]$$

$$\frac{\rho_{\text{прmax}}}{\rho_{\text{прmin}}} = 50,201, \quad \text{по графику определяем } \alpha = 1,77$$

«Для гайки выбираем Сталь 20, для шариков Сталь 40X.

Для ШВМ при числах твердости соприкасающихся поверхностей менее 60 HRC принятое значение $\sigma_{\text{Нр}}$ следует снижать умножая его на коэффициент K_T , зависящий от числа твердости HRC.

Т.к. Сталь 20 и Сталь 40X обладают HRC 40-55, то $K_T = 0,8$, а $\sigma_{\text{Нр}} = 1200$ МПа.

Действующая нагрузка на шарик равна: »[5]

$$F_n = F_a / (z \cdot \lambda \cdot \sin(\alpha_k) \cdot \cos(\beta)) \leq [F_n], \quad (61)$$

«где z - число рабочих шариков в гайке;

λ - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между шариками, $\lambda = 0,8$.

Минимальное число рабочих шариков определяется по формуле: »[5]

$$z = F_a / ([F_n] \cdot \lambda \cdot \sin(\alpha_k) \cdot \cos(\beta)) \quad (61)$$

«При выбранных значениях диаметра шариков, радиуса профиля резьбы и $\sigma_{\text{Нр}}$ определяют допускаемую нагрузку, действующую на шарик по нормали к поверхности контакта:»[5]

$$[F_n] = d_w r_n^2 \sigma_{\text{Нр}}^3 / [\alpha^3 E^2 \cdot (2r_n - d_w)^2], \quad (62)$$

$$[F_n] = 3 \cdot 1,54^2 \cdot 1200^3 / [1,77^3 \cdot 105000^2 \cdot (2 \cdot 1,54 - 3)^2] = 53,2 \quad [\text{Н}]$$

$$z = 25 / (53,2 \cdot 0,8 \cdot \sin(45) \cdot \cos(7,316)) = 0,837$$

«В целях увеличения долговечности и следуя рекомендациям принимаем $z = 25$ »[5]

$$F_n = 25 / (20 \cdot 0,8 \cdot \sin(45) \cdot \cos(7,316)) = 2,23 \leq 53,2 \quad [\text{Н}] ,$$

$$\sigma_H = 1,77 \cdot \sqrt[3]{2,23 \cdot 105000^2 \cdot (2 \cdot 1,54 - 3)^2 / (3 \cdot 1,54)^2} = 333,35 \quad [\text{МПа}]$$

$$\sigma_H < \sigma_{Hp}$$

«Минимальное число рабочих витков в гайке: »[5]

$$n_{min} = z d_w \cdot \cos(\varphi) / (\pi \cdot d_o), \quad (63)$$

$$n_{min} = 20 \cdot 3 \cdot \cos(7,316) / (\pi \cdot 6,98) = 1,895 , \quad n_{min} = 2$$

«Общее число витков в гайке $n_{общ}$ зависит от конструкции перепускного канала – числа рабочих витков n_{min} и определяется по таблице. »[5]

$$n_{общ} = 4$$

«Высоту гайки в ШВМ вычисляют по формуле: »[5]

$$H_r = [n_{общ} + (1 \dots 1,5)] P \quad (64)$$

$$= [4 + 1] P = 46 \quad [\text{мм}]$$

«Определение КПД шарико-винтового механизма»[5]

$$\eta = \eta_{12} \cdot \eta_{оп} \quad (65)$$

«где η_{12} – КПД, учитывающий потери в шарико-винтовой паре с любым профилем резьбы при преобразовании вращательного движения в поступательное»[5]

$$\eta_{12} = \frac{\text{tg}(\varphi)}{\text{tg}(\varphi + \rho')} = \frac{\text{tg}(\varphi)}{\text{tg}\left(\varphi + \text{arctg} \frac{k}{d_w \sin(\alpha_k)}\right)}, \quad (66)$$

ρ' – приведенный угол трения

$$\rho' = \text{arctg} \frac{k}{d_w \sin(\alpha_k)}; \quad (67)$$

«где $\eta_{оп}$ – коэффициент полезного действия, учитывающий потери на трение в опорах (подшипниках). »[5]

$$\eta_{оп} = \eta_{пi}^n, \quad (68)$$

«где $\eta_{пi}$ – КПД одного подшипника;

n – число подшипников в опорах механизма; »[5]

$$\eta = \frac{\text{tg}(7,316)}{\text{tg}\left(7,316 + \text{arctg}\frac{0,01}{3 \cdot \sin(45)}\right)} \cdot 0,98^3 = 0,941 \quad (69)$$

«Определение передаточного отношения ШВМ»[5]

$$i_{швм} = \frac{2\pi \cdot 1000}{Z \cdot P}, \quad (70)$$

«где Z – число заходов резьбы винта $Z = 1$;

P – шаг резьбы. »[5]

$$i_{швм} = \frac{2\pi \times 1000}{1 \times 15} = 419[\text{мм}^{-1}]$$

«Расчет тормозных механизмов

Масса снаряженного автомобиля (G_a), кг 1088.00

Нагрузка на переднюю ось (G_1), кг..... 554.8

заднюю ось (G_2), кг 533.1

Масса автомобиля с полной нагрузкой (G_a), кг 1512.00

Нагрузка на переднюю ось (G_1), кг 771.12

заднюю ось (G_2), кг 740.88

База автомобиля (L), мм 2476.00

Радиус качения колеса (r_k), мм 294.00

Статический радиус колеса ($r_{ст}$), мм 294.00

Высота ЦТ с полной нагрузкой (h_g), мм 590.00

«частичной нагрузкой (h_g), мм 570.00

Масса автомобиля с частичной нагрузкой (G_a), кг 1143.00

Нагрузка на переднюю ось (G_1), кг 582.93

«заднюю ось (G_2), кг 590.07

Расчет дискового тормоза»[4]

«Тормозной момент дискового тормоза рассчитывается: »[5]

$$M_{T1} = \mu \cdot P \cdot i \cdot R_{cp} \quad (71)$$

«где M_{T1} - тормозной момент, кг*см ;

P - усилие, развиваемое ротором тормозного механизма, Н ;

i - число пар трения ;

R_{cp} - средний (эффективный) радиус трения колодки, см. »[5]

$$P = (P_2 - P_{02}) \cdot S \cdot \text{КПД} \cdot n$$

(72)

«где P_2 - усилие ротора тормозного механизма ;

P_{02} - начальное усилие срабатывания тормозного механизма ;

S - площадь усилия ротора тормозного механизма, см²; »[5]

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 3^2}{4} = 7.06 \text{ см}^2$$

«КПД - ротора тормозного механизма ;

n - число роторов »[5]

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{R_2^2 - R_1^2} \quad (73)$$

«где R_1 - внутренний радиус поверхности трения накладки, см;

R_2 - наружный радиус поверхности трения накладки, см. »[5]

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{13.5^3 - 10.7^3}{13.5^2 - 10.7^2} = 12.5 \text{ см}$$

«Обозначим: »[5]

$$K_2 = m \cdot S \cdot \text{КПД} \cdot i \cdot R_{cp} \cdot n$$

«Подставив значения получим»[5]

$$K_2 = 0.40 \cdot 7.06 \cdot 0.9 \cdot 2 \cdot 12.3 \cdot 3 = 185.28$$

«Тогда формула примет следующий вид:»[5]

$$M_{T_2} = K_2 \cdot (P_2 - P_{02}) = 185.28 \cdot (P_2 - 1)$$

«Полученные значения M_{T1} в зависимости от P_1 заносим в таблицу
Расчет нормальных реакций дороги на ось автомобиля при
торможении»[5]

$$R_1 = G_1 + \frac{G_a}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j$$

(74)

$$R_2 = G_2 + \frac{G_a}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j$$

«где R_1 и R_2 - нормальные реакции действующие на переднюю и заднюю оси автомобиля, кг;

G_1 и G_2 - нагрузка на переднюю и заднюю оси автомобиля, кг ;

G_a - масса автомобиля, кг ;

L - база автомобиля, см ;

h_g - высота центра тяжести, см ;

g - ускорение центра тяжести, $g=9.81$ м/сек² ;

j - замедление автомобиля при торможении, м/сек² »[5]

Нормальные реакции при полной нагрузке

$$R_1 = 771.12 + \frac{1512}{9.81} \cdot \frac{59}{263.5} \cdot j = 771.12 + 46.78 \cdot j$$

$$R_2 = 740.88 + \frac{1512}{9.81} \cdot \frac{59}{263.5} \cdot j = 740.88 + 46.78 \cdot j$$

Нормальные реакции при частичной нагрузке ($G_a = 1655$ кг)

$$R_1 = 582.93 + \frac{1143}{9.81} \cdot \frac{57}{263.5} \cdot j = 582.93 + 34.41 \cdot j$$

$$R_2 = 590.07 + \frac{1343}{9.81} \cdot \frac{57}{263.5} \cdot j = 590.07 + 34.41 \cdot j$$

«Полученные значения R_1 и R_2 при $j = 1 \dots 10 \text{ м}^2/\text{с}$ заносим в таблицу»[5]

Оптимальное соотношение между усилиями в передних и задних тормозах при полном использовании сцепления колеса с дорогой»[5]

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_1} \cdot \frac{j}{g} + 1 \tag{75}$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_2} \cdot \frac{j}{g} + 5.35$$

«где P_1 и P_2 - усилие в передних и задних тормозах;

r_k - радиус качения колеса, см ; K_1 и K_2 - характеристики переднего и заднего тормозного механизма

Подставляя известные значения получим: »[5]

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{29.4}{2 \cdot 185.28} \cdot \frac{j}{9.81} + 1 = 0.009 \cdot R_1 \cdot j + 1$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{29.4}{2 \cdot 185.28} \cdot \frac{j}{9.81} + 5.35 = 0.018 \cdot R_2 \cdot j + 5.35$$

Расчет тормозных сил, действующих на переднюю и заднюю оси при

торможении

$$T_1 = \frac{2 \cdot M_{T1}}{r_k} = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (P_1 - 1)}{r_k}$$

$$T_2 = \frac{2 \cdot M_{T2}}{r_k} = \frac{2 \cdot K_2 \cdot (P_2 - 5.35)}{r_k} \quad (76)$$

«где T_1 и T_2 - тормозная сила на передней и задней оси, кг
 P_1 – усилие ротора переднего тормозного механизма
 P_2 – усилие ротора заднего тормозного механизма»[5]

Расчет ручного тормоза

«Тормозная сила, необходимая для удержания автомобиля на уклоне 18%»[5]

$$P_T = Ga * \sin \alpha \quad (77)$$

«где α - угол уклона, град. »[5]

$$P_T = 1512 * \sin 110^\circ 12' = 1512 * 0.1771 = 371.9 \text{ кг}$$

«Тормозной момент на колесе»[5]

$$M_T = \frac{P_T \cdot r_{ст}}{2} \quad (78)$$

«где $r_{ст}$ - статический радиус колеса, см. »[5]

$$M_T = \frac{371,9 \cdot 29,4}{2} = 5987,8 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_T = M_{k1} + M_{k2} = F_1 * rt + F_2 * rt$$

где $F_1 = A_1 * (Q_1 - P_{np})$

$$F_2 = A_2 * (Q_2 - P_{np})$$

«где Q_1 и Q_2 - усилие прижима колодок, приведенное к оси, кг. »[5]

$$M_T = A_1 * (Q_1 - P_{np}) * rt + A_2 * (Q_2 - P_{np}) * rt$$

$$Q_1 = N_1 \cdot \frac{h_2+h_6}{h_1+h_2} \quad Q_2 = N_2 \cdot \frac{h_2+h_5}{h_1+h_2} \quad (79)$$

«где N_1 и N_2 - сжимное усилие колодок. »[5]

$$N_1 = N_T \cdot \frac{L_T}{h_5-h_6} \quad N_2 = N_T \cdot \frac{L_T \cdot (h_5-h_6)}{h_5-h_6}$$

(80)

$$Q_1 = N_T \cdot \frac{L_T}{h_5-h_6} \cdot \frac{h_2+h_6}{h_1+h_2} = N_T \cdot \frac{14,2}{7,6-5,1} \cdot \frac{8,5+5,1}{9,4+8,5} = 4,32 \cdot N_T$$

$$Q_2 = N_T \cdot \frac{L_T \cdot (h_5 - h_6)}{h_5 - h_6} \cdot \frac{h_2 + h_5}{h_1 + h_2} = N_T \cdot \frac{14,2 \cdot (7,6 - 5,1)}{7,6 - 5,1} \cdot \frac{8,5 + 7,6}{9,4 + 8,5} \\ = 4,21 \cdot N_T$$

$$M_T = 4.73 \cdot (4.32 \cdot N_T - 16.98) \cdot 4.72 + 1.35 \cdot (4.21 \cdot N_T - 16.98) \cdot 4.72 = \\ = 96.45 \cdot N_T - 379.09 + 26.83 \cdot N_T - 108.20 = 123.28 \cdot N_T - 487.29$$

$$P_y = \frac{P_p \cdot l_p}{2 \cdot l_y} \quad (81)$$

«где P_y - усилие создаваемое толкателем ротора, кг ;

P_p – усилие электромотора тормоза, кг. »[5]

$$N_T = P_y \cdot КПД$$

«где N_T - прижимное усилие колодок, кг. »[5]

$$M_T = 123.28 \cdot P_y \cdot КПД - 487,29 = \frac{123,28 \cdot КПД \cdot P_p \cdot l_p}{2 \cdot l_y} - 487,29$$

$$M_T = \frac{123,28 \cdot 0.8 \cdot 24.0 \cdot P_p}{2 \cdot 3.55} - 487,29 = 333.38 \cdot P_p - 487.29$$

$$T.e. \quad 5987.8 = 333.38 \cdot P_p - 487.29 \rightarrow P_p = 19.42 \text{ кг}$$

$$P_p = 19.42 \text{ кг.}$$

Вывод: В результате проведенных расчетов было установлено, что автомобиль, соответствует всем требованиям, установленным в Правиле N13 Правил ООН о тормозных системах легковых машин.

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.

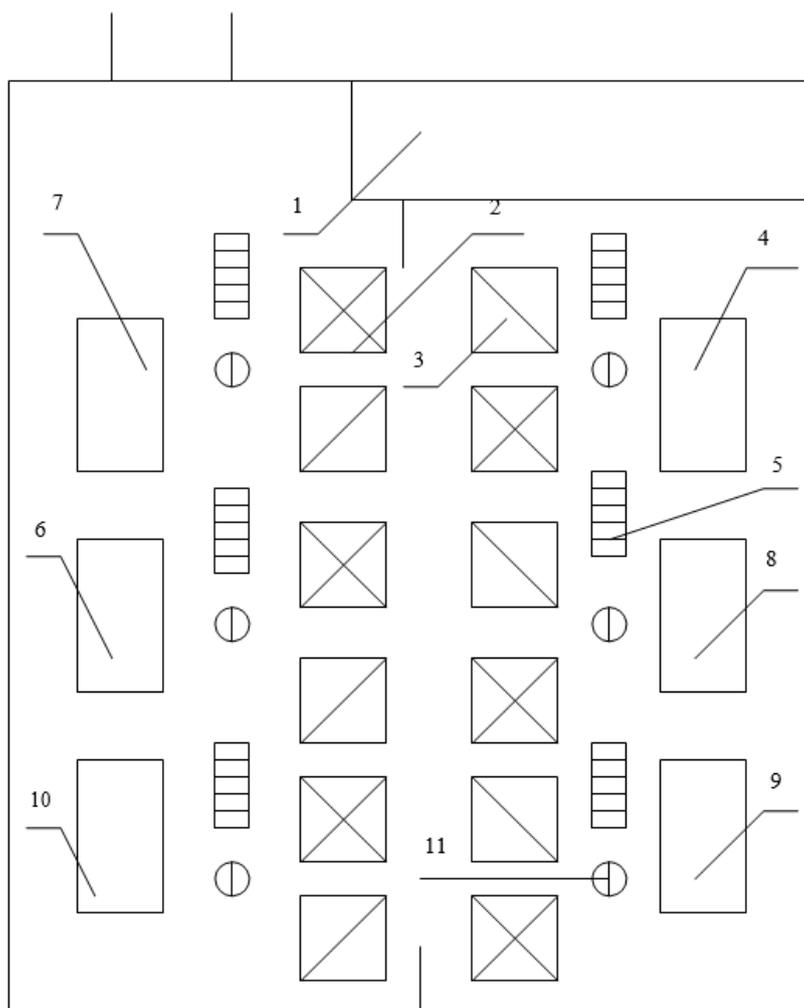
В процессе работы человек обращается к объектам труда, к орудиям труда, к остальным людям. К тому же на него воздействуют всевозможные аспекты промышленной обстановки, там где творится деятельность: теплоёмкости, сырости и движения воздуха, звука, вибрации, вредных веществ.

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 Описание производственного участка

Схема участка представлена на рисунке 6, а опасные и вредные производственные факторы имеющие место на данном участке приведены в таблице 14



- 1-место для отдыха; 2-сверлильный станок; 3-пресс; 4-контрольный стенд;
5-контрольный стенд; 6-балансировочный станок; 7-клепальный полуавтомат; 8-
контейнер с заготовками; 9-контейнер с деталями; 10-документация;
11-рабочее место.

Рисунок 6 – Эскиз рабочего участка

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

«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.»[7] 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 2×10^2 Па, интенсивность J 10 Вт, частота 1000 Гц, 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/м² при 1000Гц. Третья степень воздействия является гипофизом человека. Даже кратковременные пребывания в местах, где звуковое давление выше 135 дБ, 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:»[7] 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 простой стекло заменяют матовой. Использовать только местное освещение не разрешено, поскольку резкое контрастирование ярких и не ярких мест вредит зрению работников, уменьшает скорость работы и иногда приводит к несчастным случаям. Пульс световых потоков негативно сказывается на глазах человека, оказывает боли, раздражение, приводят к снижению зрения человека. Острая кромка, заусенец, шероховатая техника, инструменты и заготовки при неправильном применении специальных защитных мер, например, нехватка кожухов, могут вызвать опасные травмы: порезы, инфекции. Это ухудшает производительность человека. Химические и производственные пыли.

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

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/м³ Керосин 300 мкг/м³ бензол 15 м³ тулуол 50 мкг/м³ Клилол 50 мкг/м³.

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/м³.

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.

Требования к свету. Естественное, искусственное освещение

производственного помещения должно быть соответствующим 8 разрядам зрительных работ по СН, П23-05-95.»[7] 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 беспрепятственной 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 узла 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 углеводов,
- 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. Притом 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.

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

Выбирать предметы труда, функционал, наук ёмкость, иметь материально-техническое обеспечение в соответствии с техническим заданием, соблюдать заданную технологию - все эти самые важнейшие понятия, необходимые для правильного соблюдения технологий. Выбирать предметы труда – предметы труда в технологическом производстве – материалы, энергоресурсы, информация, предметы живой среды и общественной среды – этот список включает в себя все компоненты живой, неживой и искусственных материальных сред, техносферу, которая используется для изготовления потребительских товаров. Функционирование означает соответствие своей задаче, в технологиях объединены средства и методы воздействия на выбранный объект труда, методики получения или

трансформации выбранного объекта труда в большинстве случаев зависят от средства труда, таких как, к примеру, существует различное средство труда для изготовления подшипника. Источники теплоты, научность в разработке новой техники должны учитывать, научные результаты технологии напрямую зависят от знаний общества, квалификации сотрудников, наличия материально-технических ресурсов, необходимых для обеспечения производства. Материальная и техническая база представляет собой комплекс средств производства материалов и веществ, которые необходимы для осуществления деятельности предприятия, не входят в состав производства, но являются необходимой базой для работы производственной системы – зданий, подъездных путей, мостов коммуникаций, источников и линий электропередач. В соответствии с техническим заданием предназначение каждой технологии - удовлетворение любых потребностей человека, и поэтому в технологиях чётко, с указанием качество и количество задаются желаемые конечные результаты или продукты. Соблюдение технологии, специфики структуры, последовательность действий в технологической системе всегда точно задано, нельзя изменять, она определяет алгоритм точное неизменное действие, если это правило нарушено, получится абсолютно другой продукт, или ничего не получится. Если технологическая операция и соответствующий метод воспроизводится стереотипным образом, т.е. повторно в том же неизменном порядке, то получится тот же результат, почти не отличающийся от предыдущего результата. По этим признакам процесса технологических процессов можно получить новое полное определение понятия технологий - строго организованного или построенного по алгоритмам, комплекса действий, организационных действий и методик воздействия вещества, энергии, информации, объектов живого природного или социального окружения. Качество, ритмичность любого производства определяется соблюдением трудовых технологических и производственных дисциплин, трудовая дисциплина - это порядок производства, обеспечение работников сырьем, инструментом, материалом, трудом без потерь времени. Не соблюдая

производственную дисциплину, нарушается принцип организации трудовых процессов в пространстве и времени - это порождает хаос и беспорядок, сама работа и ее результативность оказываются под вопросом, потому что они лишены направленности процессов. За организацию производства ответственность несёт работодатель, за ее соблюдение отвечают работники производства, дисциплина является порядком поведения или действия людей, она делится на общую обязательность и специальную общую обязательность - соблюдение законов и правил, установленных государством. Основным законом Российской Федерации является конституция Российской Федерации, специальные дисциплины распространяются на определенные сферы деятельности и обязательны только работникам и сотрудникам какой-либо организации. Специальные дисциплины - школьные дисциплины, военнослужащие, дисциплина поведения в дорогах, трудовые дисциплины, технологические дисциплины. Техничко-техническая дисциплина является строгим и тщательным соблюдением требований к технологической последовательности производства, содержащихся в документах технологической продукции, нарушение технологической техники приводит к появлению брака, в ряде случаев это может привести к серьезным авариям как на производстве, так и при эксплуатации изделий, изготовленных с нарушением технологической техники. Работникам на производстве следует следовать правилам поведения, регламентированным трудовым кодексом, трудовой кодекс является основным законодательным актом по труду.

4.1 Анализ технологичности конструкции изделий

«Общее требование к технологической конструкции изделий: возможность сборки узлов, потому что в конструкции есть сборочные единицы, которые допускают независимое сборку; возможность одновременной и самостоятельного присоединения узлов к базовым элементам изделия; возможность автоматического механизма сборки;

инструментальный доступ; пригодность для контроля качества сборки, применение несложной сборочной конструкции; использование методик обеспечения точностью.»[24]

4.2 Разработка технологической схемы сборки

«Технологический процесс изготовления – 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.»[24] Графический образ в виде условного обозначения последовательности изготовления изделия или составной части его называется схемой изготовления изделий. «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.»[24]

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.

4.3 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 точно механических обработок деталей, поставленных на сборку, принятых методов достижения точки замыкания, принятых технологических способов выполнения соединений и т.д.»[24]

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.»[24] Перечень сборочных работ сводится в таблицу 15.

Таблица 15 – Перечень сборочных работ

№ опер	Содержание основных и вспомогательных работ	Время t_{on} , мин.
1	2	3
1. Узловая сборка статора усилителя		
1	Взять статор механизма	0,08
2	Установить статор в приспособление	0,14
3	Взять винт	0,08
4	Вставить винт	0,12
5	Взять шайбу	0,08
6	Установить шайбу	0,11
7	Взять заднюю крышку	0,08
8	Установить крышку	0,11
9	Взять подшипник	0,08
10	Установить подшипник	0,16
11	Взять колпачек и установить его	0,18
12	Снять статор в сборе с приспособления и переместить на следующую операцию	0,15
ИТОГО:		1,37
2. Узловая сборка ротора в сборе		
1	Взять ротор	0,08
2	Установить ротор в приспособление	0,14
3	Взять стопорное кольцо	0,08
4	Вставить стопорное кольцо в ротор	0,17
5	Взять кольцо стопорное	0,08
6	Взять кольцо	0,08
7	Взять шпонку	0,08
8	Установить шпонку	0,16
9	Установить кольцо стопорное	0,14
10	Установить ротор с кольцом в корпус	0,22

Продолжение таблицы 15

1	2	3
11	Взять подшипник	0,08
12	Установить подшипник	0,15
13	Взять толкатель с крышкой в сборе	0,08
14	Взять шарики швм	0,22
15	Вставить шарики швм	0,08
16	Установить колпачек защитный	0,15
17	Снять с приспособления ротор в сборе с приспособления и переместить на следующую операцию	0,12
ИТОГО:		2,11
3. Узловая сборка толкателя в сборе		
1	Взять толкатель в сборе	0,08
2	Осмотреть толкатель со всех сторон	0,09
3	Установить толкатель в приспособление	0,07
4	Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,12
5	Взять чехол	0,08
6	Осмотреть чехол со всех сторон	0,11
7	Установить чехол	0,11
8	Взять и установить переднюю крышку	0,07
9	Взять и установить стопорное кольцо	0,11
10	Взять и установить винт толкателя	0,11
11	Взять и установить стопорное кольцо	0,12
12	Переместить толкатель в сборе на следующую операцию	0,15
ИТОГО:		1,22
4. Общая сборка заднего тормоза		
1	Взять статор в сборе	0,22
2	Осмотреть статор в сборе	0,29
3	Установить статор в сборе в приспособление	0,31
4	Взять ротор в сборе	0,19
5	Предварительно смазать подшипник машинным маслом	0,17

Продолжение таблицы 15

1	2	3
6	Установить ротор в сборе	0,31
7	Взять шпильку м6	0,21
8	Установить шпильку м6	0,23
9	Взять гайку м6	0,21
10	Наживить гайку и завернуть моментом 12 Н.м	0,22
11	Взять винт м4	0,16
12	Установить винт м4	0,25
13	Взять шпильку м8х30	0,12
14	Установить шпильку м8х30	0,32
15	Взять шпильку м8х20	0,15
16	Осмотреть шпильку м8х30	0,14
17	Установить шпильку м8х30	0,19
28	Проверить качество выполненной работы	0,24
ИТОГО:		4,74
Всего $\sum t_{on}$		9,44

4.4 Определение трудоёмкости сборки

В соотнесении с перечнем деятельности, приведённом в плане комплектации, проводится распределение работ по данным регламента. В этих регламентах приведены нормы оперативного времени t_{op} на механосборочные и второстепенные переходы. Итоги распределения деятельности сводят в соответствующую графу.

«Общее оперативное время на все виды работ при сборке заднего тормоза определяется как сумма отдельных оперативных времён:»[5]

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 9,44 \text{ мин.}$$

«Суммарная трудоёмкость сборки заднего тормоза может быть определена как: »[5]

$$t_{оо}^{i\ddot{a}\ddot{u}} = t_{\ddot{i}\ddot{u}}^{i\ddot{a}\ddot{u}} + t_{\ddot{i}\ddot{u}}^{i\ddot{a}\ddot{u}} * \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right), \quad (82)$$

«где α - часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места, $\alpha = 2 \div 3\%$;

β - часть оперативного времени на перерывы для отдыха, $\beta = 4 \div 6\%$;

Примем $\alpha = 2\%$; $\beta = 4\%$.»[5]

Тогда $t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = 9,44 + 9,44 * \frac{2+4}{100} = 10,01 \text{ мин.}$

4.5 Определение типа производства

Тип производств при сборке должен определяться в соответствии с годовым выпуском изделий, а также определённым суммарным числом трудоемкости сборки задних тормозов.

В нашем случае $N = 48000$ шт.; $t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = 10,01 \text{ мин.}$, поэтому принимаем крупносерийное производство.

«Для крупносерийного производства, где применяют поточные формы организации производства, следует определить такт выпуска изделий: »[5]

$$T_g = \frac{F_g * 60 * m}{N}, \quad (83)$$

«где F_g – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, час;

m – количество рабочих смен в сутки;

N – годовой объём выпуска изделий, шт. »[5]

$$T_g = 4015 * \frac{60}{48000} = 5,02 \text{ мин.}$$

4.6 Выбор организационной формы сборки

«На выбор организационной формы сборки влияют, конструкция изделия, его масса, объём выпуска изделий и сроки (длительность) выпуска.

Для крупносерийного производства применяют подвижную поточную сборку с расчленением процесса на операции и передачей собираемого объекта от одной позиции к другой посредством механических транспортирующих устройств.»[24]

4.7 Составление маршрутной технологии

«Технология маршрутизации включает в себя установление последовательностей и содержание технологических операций общего и узлового сбора. Последовательность изготовления определяется на основании технологических схем общего и узлового сбора. Формирование содержимого операций должно быть проведено с учетом однородности и законченности работы. Признак завершения этапа работы – целостность соединений при изменении положения или транспортировке сборочного объекта. Для формирования операций массовых и крупных производств из общей номенклатуры работ в плане исключается работа, которая может быть выделена вне общих и узловых сборок: упаковки, промывки, продувки, очистки, контроля входа. Технологический маршрут производства изделий оформляется в таблице, где приводятся данные о номерах, наименованиях операций, их содержании без разграничения по техническому переходу, технологическому оборудованию и временной норме. Техничко-технические операции, связанные с процессом сборки, им присваиваются номера: 005, 010 и так далее. В список технологических маршрутов должны быть введены операции по техническому контролю и другим вспомогательным операциям по регулированию, балансировке, подгонке и так далее.»[24] Маршрутная технология представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Маршрутная технология

№ опер	Название операции	Наименование технологических переходов	Используемое оборудование инструмент	Время, мин
1	2	3	4	5
005	Узловая сборка статора усилителя	<p>Взять статор механизма</p> <p>Установить статор в приспособление</p> <p>Взять винт</p> <p>Вставить винт</p> <p>Взять шайбу</p> <p>Установить шайбу</p> <p>Взять заднюю крышку</p> <p>Установить крышку</p> <p>Взять подшипник</p> <p>Установить подшипник</p> <p>Взять колпачок и установить его</p> <p>Снять статор в сборе с приспособления и переместить на следующую операцию</p>	<p>Специальное установочно-зажимное приспособление</p> <p>Грузонесущий подвесной конвейер</p>	1,46
	Узловая сборка ротора в сборе	<p>Взять ротор</p> <p>Установить ротор в приспособление</p> <p>Взять стопорное кольцо</p> <p>Вставить стопорное кольцо в ротор</p> <p>Взять кольцо стопорное</p> <p>Взять кольцо</p> <p>Взять шпонку</p> <p>Установить шпонку</p> <p>Установить кольцо стопорное</p> <p>Установить ротор с кольцом в корпус</p> <p>Взять подшипник</p> <p>Установить подшипник</p> <p>Взять толкатель с крышкой в сборе</p> <p>Взять шарики швм</p> <p>Вставить шарики швм</p> <p>Установить колпачок защитный</p> <p>Снять с приспособления ротор в сборе с приспособления</p>	<p>Специальное установочно-зажимное приспособление</p> <p>Грузонесущий подвесной конвейер</p>	2,25

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
	Узловая сборка толкателя в сборе	Взять толкатель в сборе Осмотреть толкатель со всех сторон Установить толкатель в приспособление Смазать все сопрягаемые поверхности машинным маслом Взять чехол Осмотреть чехол со всех сторон Установить чехол Взять и установить переднюю крышку Взять и установить стопорное кольцо Взять и установить винт толкателя Взять и установить стопорное кольцо Переместить толкатель в сборе на следующую операцию		1,31
Итого:				5,02
010	Общая сборка механизма усилителя	Взять статор в сборе Осмотреть статор в сборе Установить статор в сборе в приспособление Взять ротор в сборе Предварительно смазать подшипник машинным маслом Установить ротор в сборе Взять шпильку м6 Установить шпильку м6 Взять гайку м6 Наживить гайку и завернуть моментом 12 Н.м Взять винт м4 Установить винт м4 Взять шпильку м8х30 Установить шпильку м8х30 Взять шпильку м8х20 Осмотреть шпильку м8х30	Приспособление для запрессовки подшипника Специальное установочно-зажимное приспособление Зубило Молоток Плоскогубцы	5,02

5 Экономическая эффективность проекта

Параметрами продуктивности инвестпроекта являются чистый доход, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма рентабельности, показатель рентабельности капитализаций и трудозатрат и срок рентабельности инвестпроекта. Чистый доход представляет собой сальдо денежных потоков по проекту и рассчитывается как сумма денежных притоков по проекту за весь период реализации проекта. Чистый дисконтированный доход это тоже самое только с учетом коэффициента дисконтирования, второй формулы для расчёта чистого дисконтированного дохода является формула с участием прибыли чистой прибыли по проекту - это сумма чистой прибыли амортизации за минусом капитальных вложений по проекту. Следующим показателем выступает внутренняя норма доходности, внутренняя норма доходности по проекту она оценивается таким образом, чтобы инвестор мог оценить эффективность проекта на начальном этапе, внутренняя норма доходности это такое число E_v или E внутренняя норма доходности, которая сравнивается со ставкой дисконта по проекту и рассчитывается при чистом дисконтированном дивиденде равном нулю.

Внутреннюю норму доходности в том случае, если она выше, чем ставка дисконтирования, то она свидетельствует о том, что чистый дисконтированный доход будет положительной и соответственно проект будет эффективным, в том случае, если внутренняя норма прибыльности ниже, чем доходность дисконта, то инвестпроект считается нецелесообразным, оттого что чистый дисконтированный дивиденд по инвестпроекту будет негативным. Следующий показатель это индексы доходности по проекту, индексы доходности бывают или рассчитываются двух видов - это индекс доходности затрат и индекс доходности инвестиций. Индекс доходности и затрат рассчитываются как отношение чистых притоков по проекту к чистым оттокам по проекту. Индекс доходности инвестиций чаще всего его рассчитывают и он оценивается как $\frac{Чдд}{\text{делёное}}$ 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 для расчета представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
«Годовая программа выпуска изделия»[8]	<i>Vгод.</i>	шт.	48000
«Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС»[8]	<i>Есоц.н.</i>	%	30
«Коэффициент общезаводских расходов»[8]	<i>Еобзав.</i>	%	197
«Коэффициент коммерческих (внепроизводственных)расходов»[8]	<i>Еком.</i>	%	0,29
«Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования»[8]	<i>Еобор.</i>	%	194
«Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов»[8]	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
«Коэффициент цеховых расходов»[8]	<i>Ецех.</i>	%	172
«Коэффициент расходов на инструмент и оснастку»[8]	<i>Еинстр.</i>	%	3
«Коэффициент рентабельности и плановых накоплений»[8]	<i>Крент.</i>	%	30
«Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве»[8]	<i>Квып.</i>	%	14
«Коэффициент премий и доплат за работу на производстве»[8]	<i>Кпрем.</i>	%	12
«Коэффициент возвратных отходов»[8]	<i>Квот.</i>	%	1
«Часовая тарифная ставка 5-го разряда»[8]	<i>Ср5</i>	руб.	114,35
«Часовая тарифная ставка 6-го разряда»[8]	<i>Ср6</i>	руб.	119,33
«Часовая тарифная ставка 7-го разряда»[8]	<i>Ср7</i>	руб.	124,23
«Коэффициент капиталообразующих инвестиций»[8]	<i>Кинв.</i>	%	0,162

$$\langle \Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \rangle [8]$$

« 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

Таблица 18 - Расчет затрат на сырье и материалы

Названия материалов	изм ер.	стоим.,руб	необх.р асх..	Общ стоим., руб
Сталь 45	кг	145,5	1,05	152,78
Сталь 20 прокатная	кг	47,36	1,25	59,20
Ковка 19ХГНМ	кг	130,07	2,52	327,78
Цв.мет. (отходы)	кг	3,1	2,5	7,75
Штамп Ст 20	кг	134,72	1,45	195,34
ЧерМет. (отходы)	кг	4,7	2,14	10,06
Итого				752,90
<i>Ктзр</i>		1,45		10,92
<i>Квот</i>		1		7,53
Всего				771,35

$$M = 771,35 \text{ руб.}$$

(84)

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

«где - C_i - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, руб. »[8]

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

Расчетные данные в таблице 19

«Таблица 19 - Покупные изделия»[8]

Названия запчастей	изм ер.	стоимос ть,руб	Сколько, шт	Общ цена, руб
Кольца	шт.	755,54	2	1511,08
Болты крепежные	шт.	25,68	2	51,36
Шпильки	шт.	15,24	2	30,48
Колпачки	шт.	9,54	2	19,08
Уплотняющий комплект	шт.	138,66	2	277,32
Проволока обмотки	шт.	354,58	2	709,16
Итого				2598,48
<i>Ктзр</i>		1,45		37,68
Всего				2636,16

$$\Pi_i = 2636,16 \text{ руб.}$$

$$3_0 = 3r(1 + K_{нрем}/100)$$

(85)

«где – Z_t – тарифная заработная плата, руб. »[8]

$$Z_t = C_{p.i} \cdot T_i \quad (86)$$

«где - $C_{p.i}$ – часовая тарифная ставка, руб.,

T_i – трудоемкость выполнения операции, час.

Расчетные данные в таблице 20.

Таблица 20 - Расчет затрат на выполнение операций»[8]

Названия-наименование операционной стадии	Разрядный рейтинг рабочего	Объем работы	Стоимость одного часа, руб	Заработная плата по тарифу, руб
Приготовительная	5	1,02	114,35	116,25
Токарно-фрезерная операция	6	0,72	119,33	86,51
Фрезерно-токарная операция	5	0,92	114,35	104,82
Операция по термообработке	7	0,38	124,23	46,59
Шлифовочная операция	5	1,23	114,35	140,08
Операция сборки	7	1,65	124,23	204,99
Всего				699,24
<i>K_{прем}</i>		12		83,91
Всего				783,15

$$Z_o = 783,15 \text{ руб.}$$

«Дополнительная заработная плата»[8]

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (87)$$

«где - $K_{вып}$ - коэффициент доплат или выплат»[8]

$$Z_{доп} = 783,15 \cdot 0,14 = 109,64 \text{ руб.}$$

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

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (88)$$

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

$$C_{соц.н.} = (783,15 + 109,64) \cdot 0,3 = 267,84 \text{ руб.}$$

«Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»[8]

$$C_{сод.обор.} = Z_o \cdot E_{обор.} / 100 \quad (89)$$

«где - $E_{обор.}$ - коэффициент расходов на содержание»[8]

$$C_{\text{сод.обор.}} = 783,15 \cdot 1,94 = 1519,31 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{цех}} = 3_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (90)$$

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

$$C_{\text{цех}} = 783,15 \cdot 1,72 = 1347,02 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{инстр.}} = 3_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (91)$$

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

$$C_{\text{инстр.}} = 783,15 \cdot 0,03 = 23,49 \text{ руб.}$$

«Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле: »[8] (92)

$$\begin{aligned} C_{\text{цех.с.с.}} &= M + \text{Пи} + 3_0 + C_{\text{соц.н.}} + 3_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \\ &= 7457,95 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы»[8]

$$C_{\text{обзав.}} = 3_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (93)$$

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

$$C_{\text{обзав.}} = 783,15 \cdot 1,97 = 1542,80 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (94)$$

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

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (95)$$

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

$$C_{\text{ком.}} = 9000,75 \cdot 0,0029 = 26,10 \text{ руб.}$$

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

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (96)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 9000,75 + 26,10 = 9026,86 \text{ руб.}$$

Сравнительная калькуляция представлена в таблице 21.

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (97)$$

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

$$\text{Цотп.б.} = 9026,86 \cdot (1 + 0,3) = 11734,9 \text{ руб.}$$

Таблица 21 - Сравнительная калькуляция

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
«Стоимость основных материалов»[8]	<i>М</i>	848,48	771,35
«Стоимость покупных изделий»[8]	<i>Пи</i>	2636,16	2636,16
«Основная заработная плата производственных рабочих»[8]	<i>Зо</i>	783,15	783,15
«Дополнительная заработная плата производственных рабочих»[8]	<i>Здоп.</i>	109,64	109,64
«Страховые взносы»[8]	<i>Ссоц.н.</i>	267,84	267,84
«Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»[8]	<i>Ссод.обор.</i>	1519,31	1519,31
«Цеховые расходы»[8]	<i>Сцех.</i>	1347,02	1347,02
«Расходы на инструмент и оснастку»[8]	<i>Синстр.</i>	23,49	23,49
«Цеховая себестоимость»[8]	<i>Сцех.с.с.</i>	7535,09	7457,95
«Общезаводские расходы»[8]	<i>Собзав.</i>	1542,80	1542,80
«Общезаводская себестоимость»[8]	<i>Соб.зав.с.с.</i>	9077,89	9000,75
«Коммерческие расходы»[8]	<i>Ском.</i>	26,33	26,10
«Полная себестоимость»[8]	<i>Сполн.с.с.</i>	9104,22	9026,86
«Отпускная цена»[8]	<i>Цотп.</i>	11835,48	11835,48]

5.2 Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат: »[8]

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_0 + Z_{\text{дон}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (98)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_0 + Z_{\text{дон}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (99)$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{перем.уд.б.}} &= 848,48 + 2636,16 + 783,15 + 109,64 + 267,84 = \\ &= 4645,27 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«на годовую программу выпуска изделия: »[8]

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (100)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (101)$$

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

«Определение постоянных затрат: »[8]

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (102)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (103)$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{пост.уд.б.}} &= 1519,31 + 23,49 + 1347,02 + 1542,80 + 26,33 = \\ &= 4458,95 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{пост.уд.пр.}} &= 1519,31 + 23,49 + 1347,02 + 1542,80 + 26,10 = \\ &= 4458,72 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«на годовую программу выпуска изделия»[8]:

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (104)$$

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (105)$$

«Определение амортизационных отчислений: »[8]

$$A_{\text{м.уд.}} = (C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}}) \cdot H_A / 100 \quad (106)$$

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

$$H_A = 12 \%$$

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

$$Сполн.год.пр. = Сполн.с.с. \cdot V_{год} \quad (107)$$

$$Сполн.год.пр. = 9026,86 \cdot 48000 = 433289126,95 \text{ руб.}$$

«Расчет выручки от реализации изделия: »[8]

$$Выручка = Цотп.пр. \cdot V_{год} \quad (108)$$

«Расчет маржинального дохода: »[8]

$$Дмарж. = Выручка - Зперем.пр. \quad (109)$$

$$Дмарж. = 568103044,47 - 219270416,78 = 348832627,69 \text{ руб.}$$

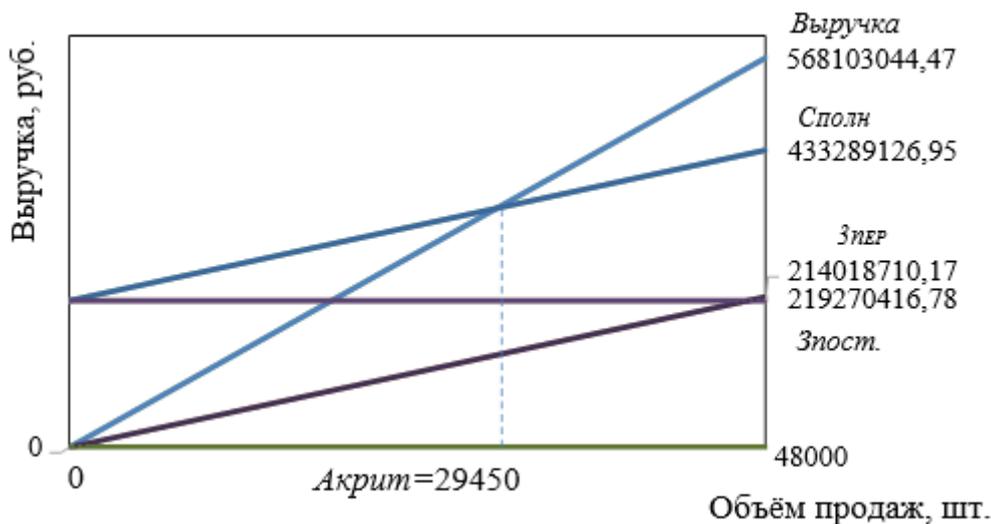
«Расчет критического объема продаж: »[8]

$$Акрит. = Зпост.пр./(\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (110)$$

$$Акрит. = 29450 \text{ руб.} \gg [8]$$

График точки безубыточности представлена на рисунке 7.

«График точки безубыточности»[8]



«Рисунок 7 - График точки безубыточности»[8]

5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

«Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет. »[8]

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1}$$

«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]

$$\Delta = \frac{48000 - 29450}{6 - 1} = 3710 \text{ шт.}$$

«Объем продаж по годам: »[8]

$$V_{\text{пр}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (111)$$

«где – $V_{\text{пр}i}$ – объем продаж в i - году, шт. »[8]

«Выручка по годам: »[8]

$$B_{\text{пр}i} = C_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{пр}i} \quad (112)$$

«Переменные затраты

для базового варианта: »[8]

$$Z_{\text{перб.}i} = Z_{\text{перуд.б.}} \cdot V_{\text{пр}i} \quad (113)$$

«для проектного варианта: »[8]

$$Z_{\text{перпр.}i} = Z_{\text{перуд.пр.}} \cdot V_{\text{пр}i} \quad (114)$$

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

$$A_{\text{м.}} = A_{\text{м.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (115)$$

$$A_{\text{м.}} = 185,14 \cdot 48000 = 8886543,52 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость

для базового варианта: »[8]

$$C_{\text{полнб.}i} = Z_{\text{перб.}i} + Z_{\text{пост.б}} \quad (116)$$

«для проектного варианта: »[8]

$$\text{Сполнпр.}i = \text{Зперпр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (117)$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам: »[8]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполнпр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполнб.}i) \quad (118)$$

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

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0.20 \quad (119)$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (120)$$

«Расчет экономии от повышения надежности»[8]

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (121)$$

«где - Д1 и Д2 - долговечность изделия»[8]

$$\text{Д1} = 100000 \quad \text{циклов}$$

$$\text{Д2} = 140000 \quad \text{циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 11835,48 \cdot 140000 / 100000 - 11835,48 = 4734,19 \quad \text{руб.}$$

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

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Vпр}i \quad (122)$$

«Дисконтирование денежного потока.»[8]

$$\alpha_{ii} = 1/(1 + Ecm.i)t \quad (123)$$

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

t - год приведения затрат и результатов»[8]

$$Ecm. = 5 \%$$

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

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (124)$$

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (125)$$

$$\begin{aligned} \Sigma ДСП = & 159866672,76 + 168448009,40 + 175835020,55 + \\ & + 182134462,93 + 187213994,95 = 873498160,59 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполнпр.i \quad (126)$$

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

$$\begin{aligned} J_0 = & 0,162 \cdot (365498023,10 + 382445799,06 + 399393575,02 + \\ & + 416341350,99 + 433289126,95) = 323508795,77 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«Чистый дисконтированный доход равен: »[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (127)$$

$$ЧДД = 873498160,59 - 323508795,77 = 549989364,82 \text{ руб.}$$

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

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (128)$$

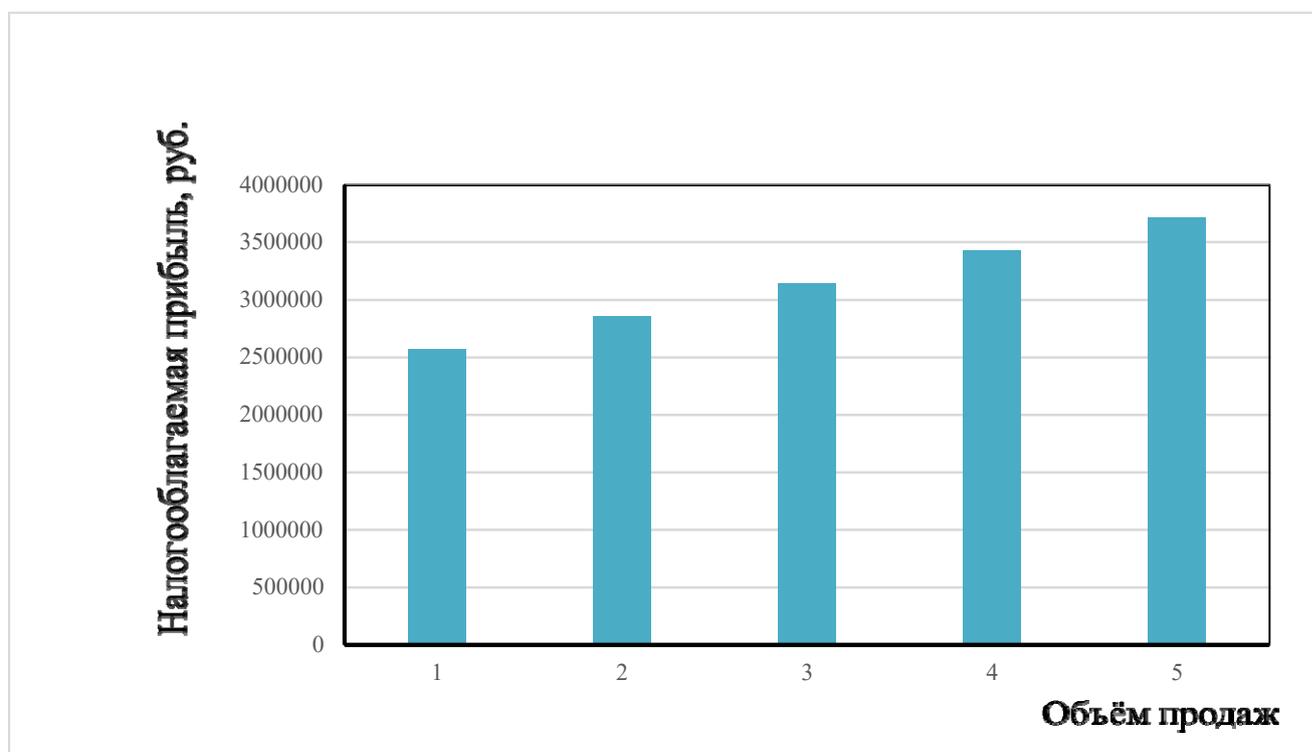
$$JD = 549989364,82 / 323508795,77 = 1,70$$

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (129)$$

$$Токуп. = 323508795,77 / 549989364,82 = 0,59$$

График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж представлена на рисунке 8.



«Рисунок 8 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж»[8]

Заключение

В рамках дипломного проекта была произведена модернизация системы тормозов для автомобиля Лада Гранта. В пояснительной записке к дипломной работе содержатся следующее:

- «- Введение. В данном разделе описано развитие машиностроения.
- Состояние вопроса. Описывается предназначение разработанного узла, возможное его конструкторское решение.
- Основная часть проекта. Содержит расчеты динамики тяги автомобиля, а также конструкторские расчеты деталей узлов.
- Технологическая часть. Разработка технологической схемы сборки.
- Защита и экологическая безопасность объекта.»[6] Мероприятия технической безопасности в производственном процессе.
- Экономика. В разделе определены экономические показатели, которые характеризуют разработанный проект. Результатом выполненной работы стало - модернизация системы управления тормозов ЛАДА ГРАНТА

Данный дипломный проект предлагает установку электромеханического усилителя тормозов вместо стандартного вакуумного механизма. Этот технический вариант позволяет конструкции соответствовать современным требованиям автомобильной промышленности и открывает новые пути перспективных усовершенствований в будущем, а также характеристики автомобиля остались без изменений в конструкции автомобиля. Представляемая работа соответствует современным состояниям и возможностям развития техники и науки в области автомобильного машиностроения.

Применение модернизированной тормозной системы на серийных автомобилях позволит значительно улучшить управляемость и, следовательно, безопасность автомобиля, особенно при городском движении, что приведет к большей конкурентоспособности ЛАДА ГРАНТА.

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. König, R. Schmieretechnik / R. König. - Springer, 1972. - p.164.
28. Maten, J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.
29. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
30. Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p.
31. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename,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.

Приложение А

Тягово-скоростные характеристики автомобиля

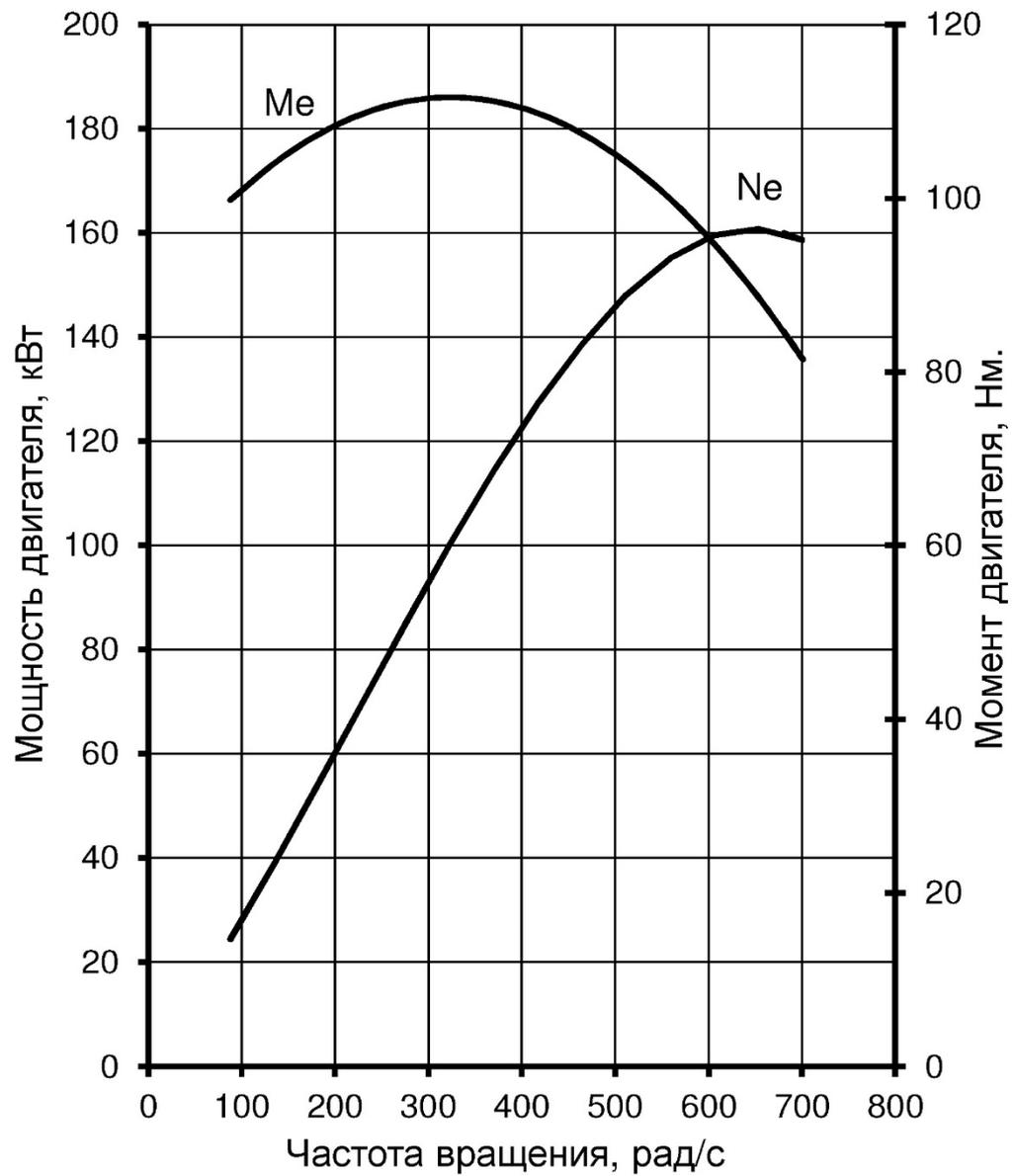


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

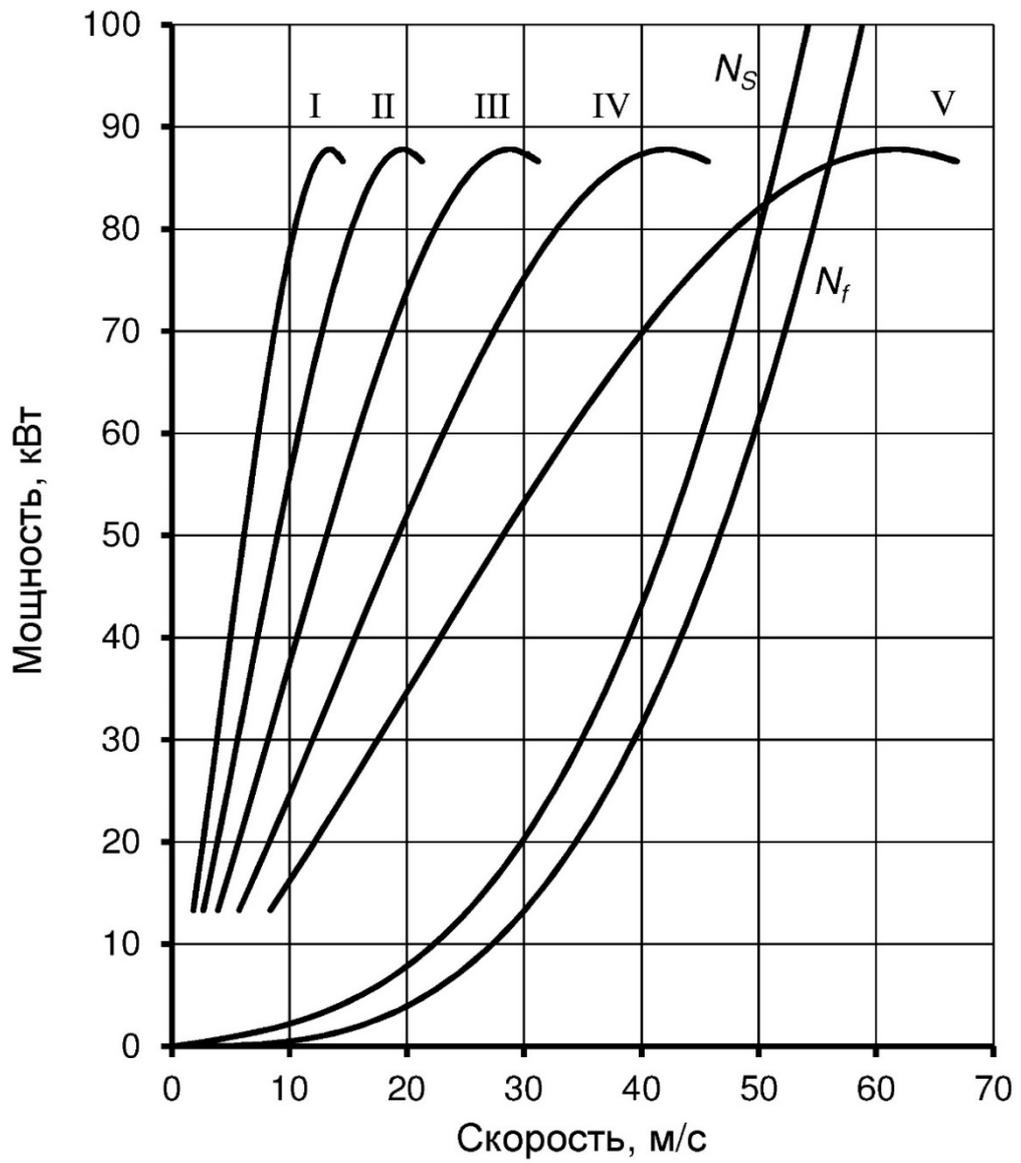


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

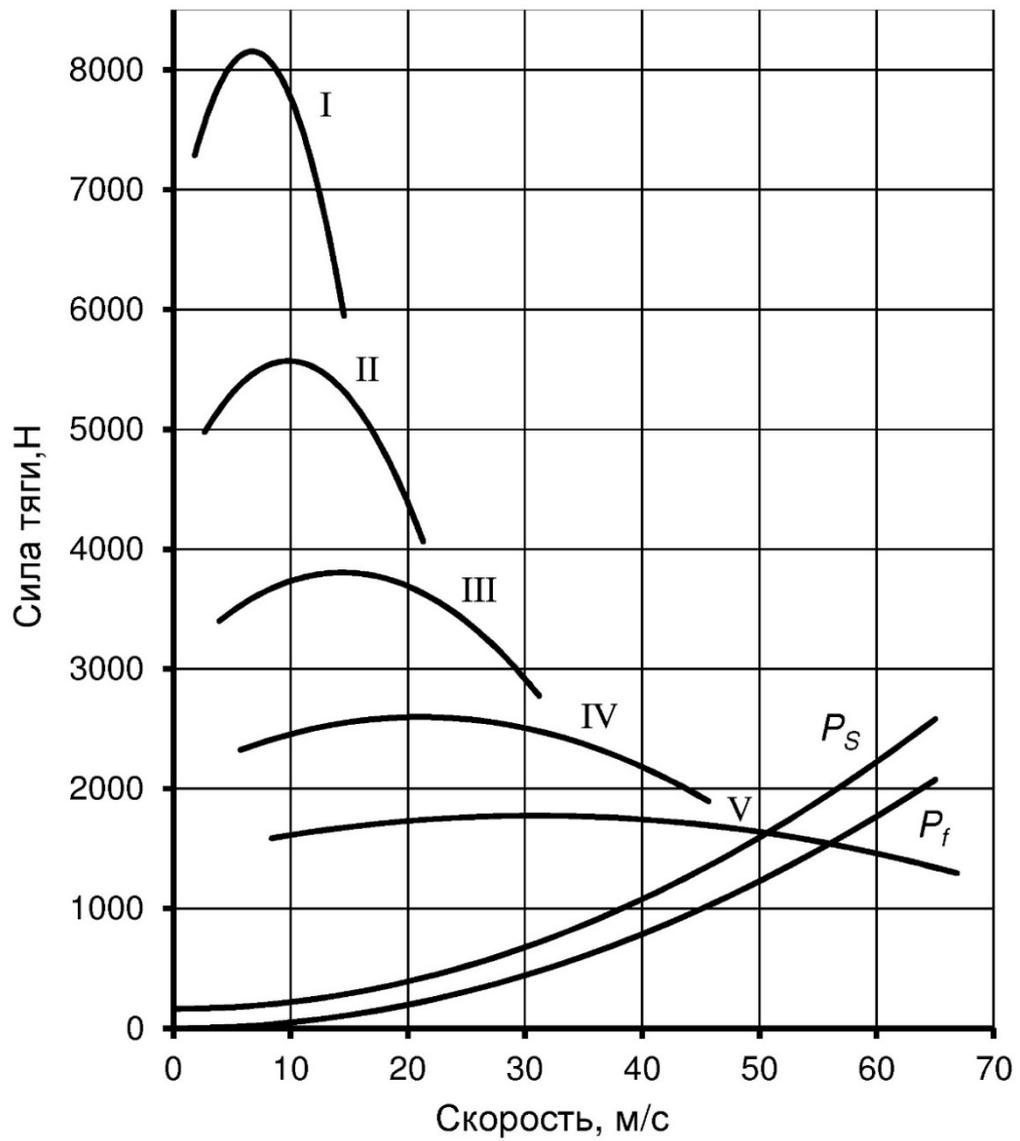


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Продолжение Приложения А

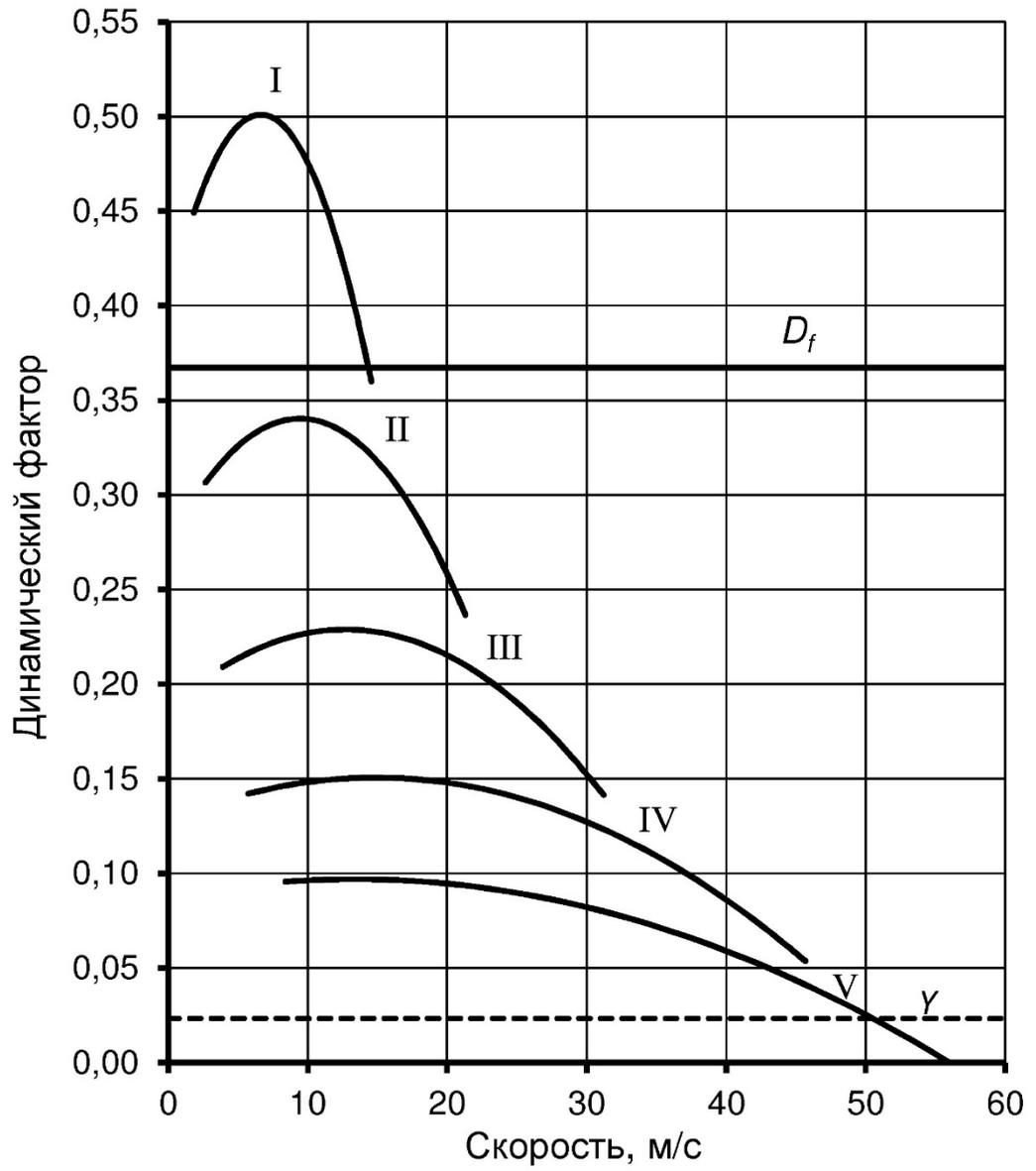


Рисунок А.4 – Динамический баланс

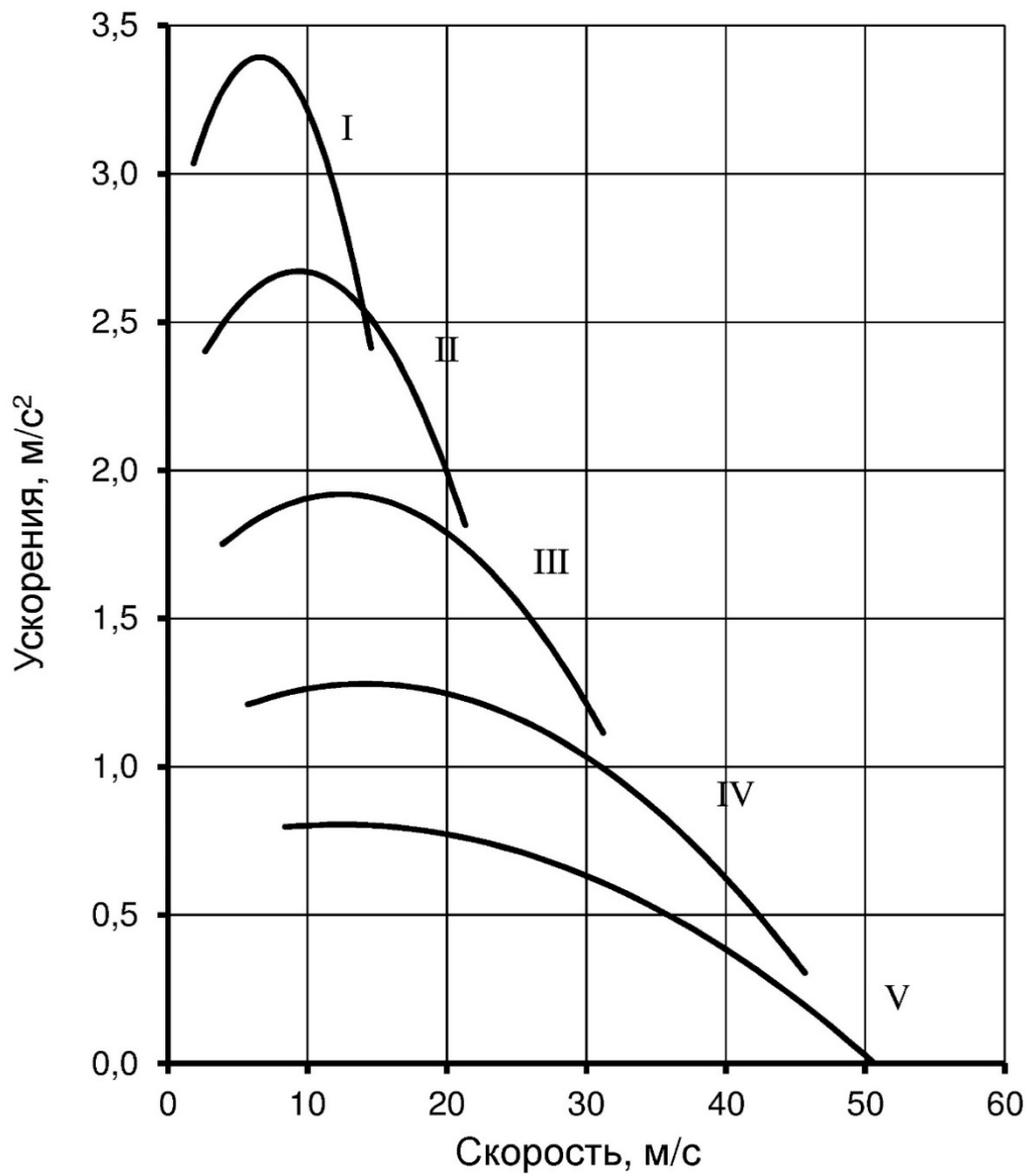


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

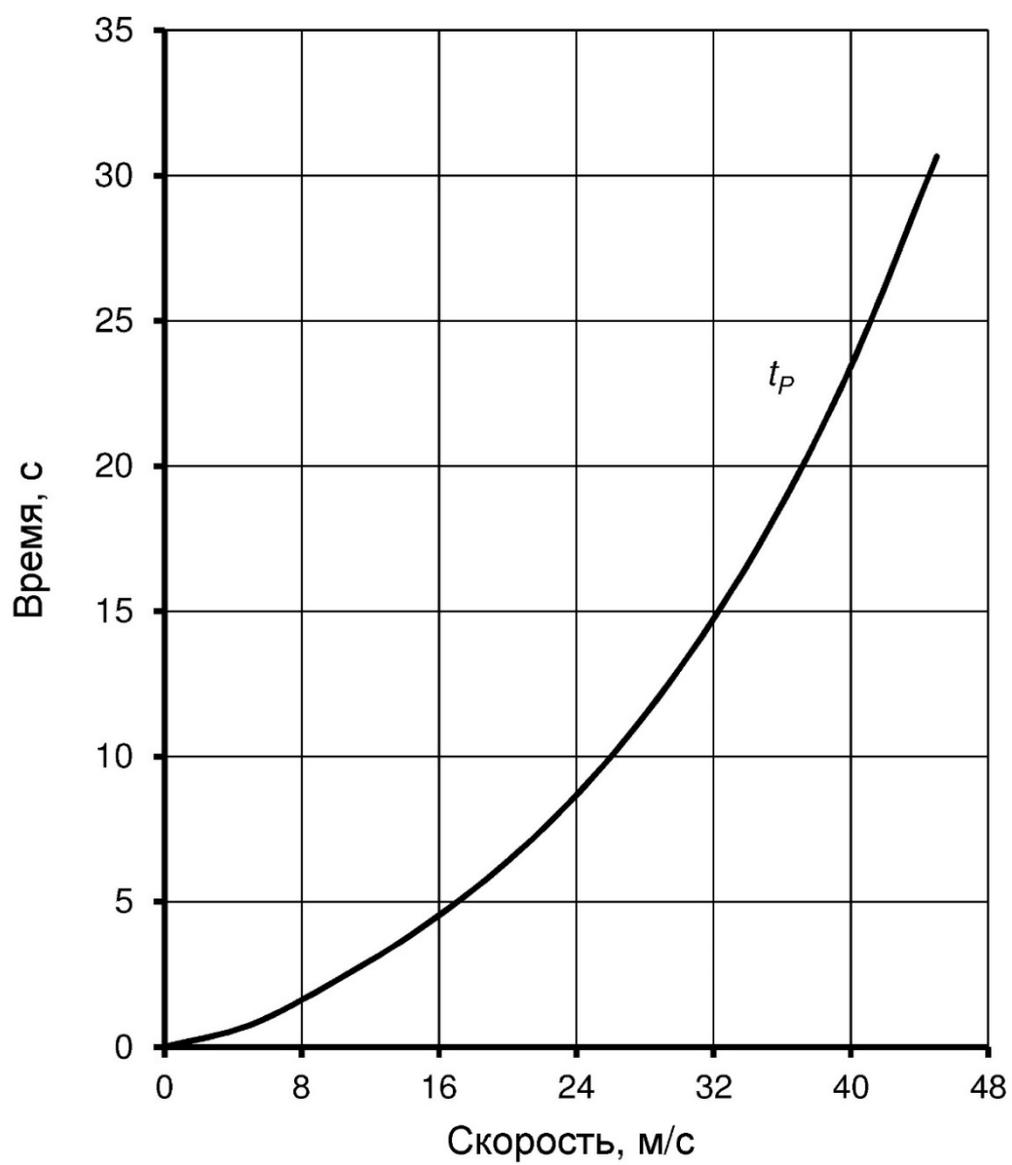


Рисунок А.6 – Время разгона

Продолжение Приложения А

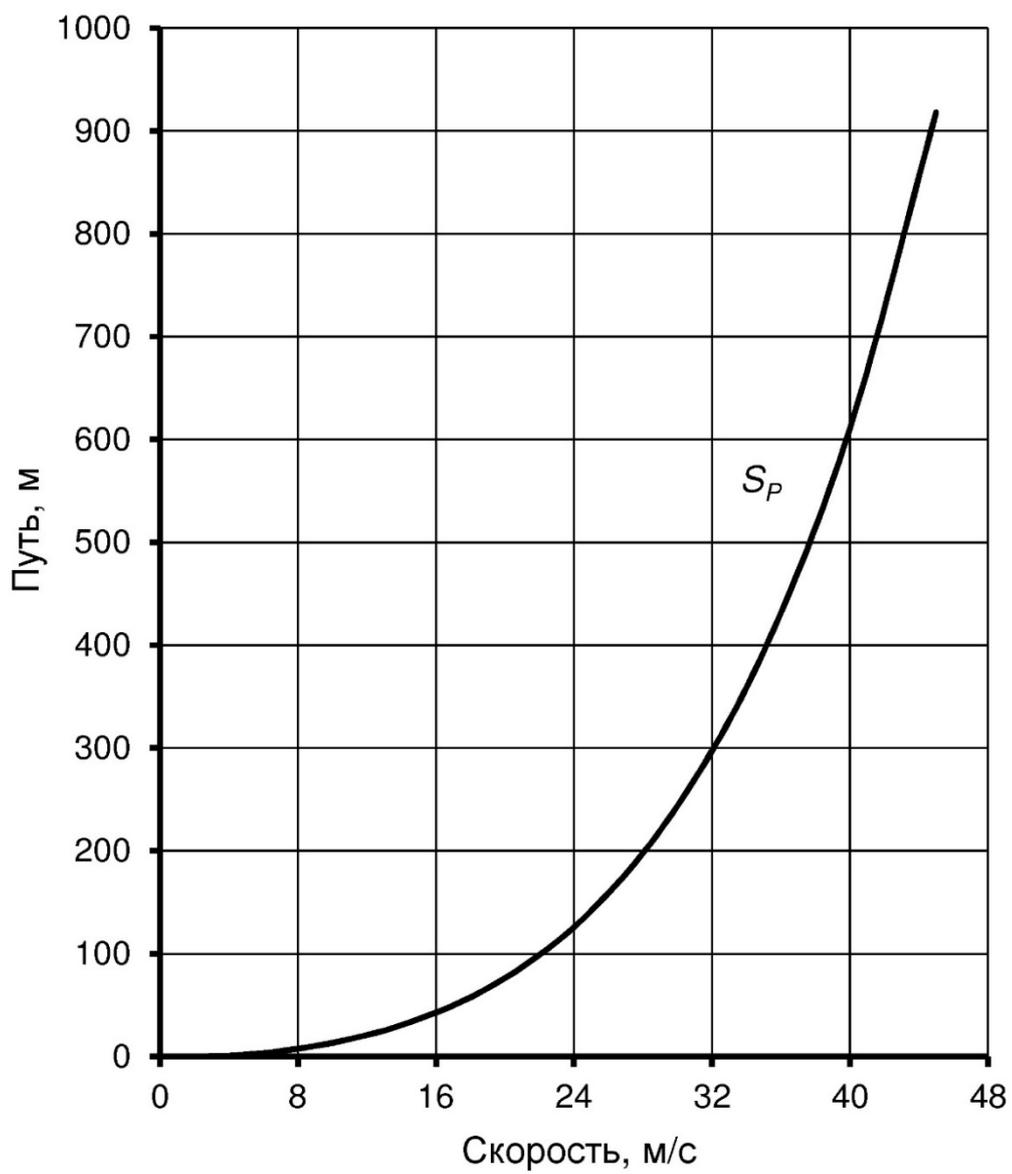


Рисунок А.7 – Путь разгона

Продолжение Приложения А

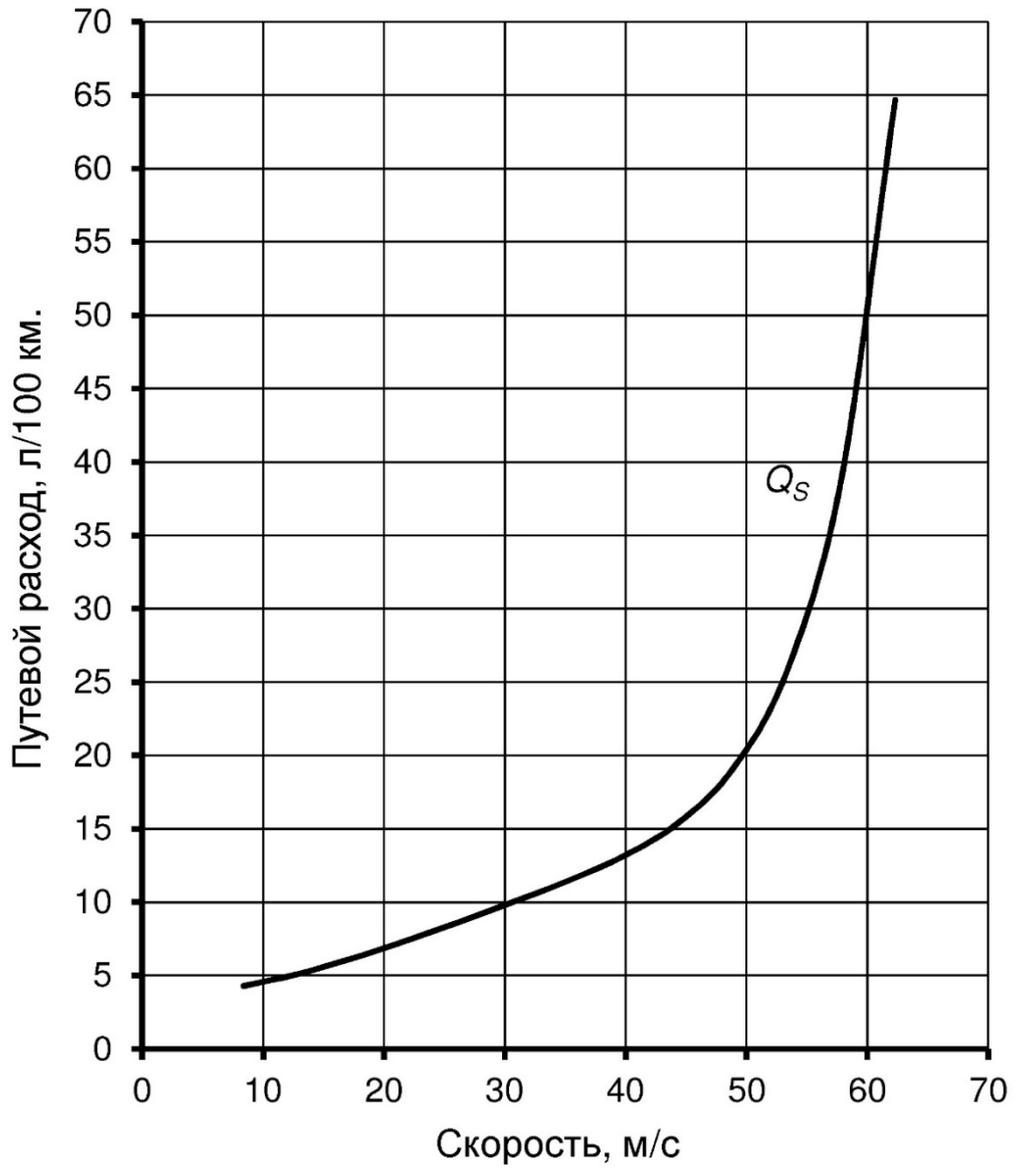


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива