

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 Приводы ведущих колес автомобиля Лада Гранта с ручным управлением блокировки дифференциала

Обучающийся

А.Н. Хальметов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.В. Турбин

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

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

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Для повышения конкурентоспособности производства автомобилей и максимизации прибыли необходимо повысить качество автомобилей и создать производство автомобилей, адаптированных для каждого сегмента населения, то есть занять каждую нишу на мировом авторынке. Сбалансированное движение, простое оборудование, безопасность на дороге, длительное время движения, исключительно высокое качество - вот чем должен обладать современный автомобиль. В данной дипломной работе предлагается разработка и проектирование системы привода переднеприводного автомобиля второго класса и установка блокировки дифференциала, управляемой вручную водителем из салона автомобиля, при необходимости преодоления непроходимых дорожных препятствий.

Проект состоит из графической части, состоящей из девяти листов формата A1, и пояснительного документа с разделами по конструкции, экономике и охране труда и технике безопасности. Объем пояснительного документа составляет 102 страниц формата A4.

Конструкторский раздел включает расчеты силовых, тяговых и динамических параметров транспортного средства.

В разделе по промышленной и экологической безопасности указаны организационные и технические мероприятия по созданию безопасных условий труда при сборке ведущих колес.

В экономической части производится расчет затрат, рассчитываются основные затраты на проект модернизации ведущих колес, рассчитывается коммерческая эффективность проекта и делаются выводы о целесообразности установки проекта модернизации ведущих колес для двух категорий легковых автомобилей на основе сравнения производственных затрат и полученной себестоимости. На основании этих расчетов делаются выводы.

Abstract

To increase the competitiveness of car production and maximize profits, it is necessary to improve the quality of cars and create a production of cars adapted for each segment of the population, that is, to occupy every niche in the global car market. Balanced movement, simple equipment, safety on the road, long driving time, exceptionally high quality - that's what a modern car should have. This thesis proposes the development and design of a second-class front-wheel drive vehicle drive system and the installation of a differential lock manually controlled by the driver from the car interior, if necessary, overcoming impassable road obstacles.

The project consists of a graphic part consisting of nine sheets of A1 format and an explanatory document with sections on construction, economics and occupational health and safety. The volume of the explanatory document is 102 A4 pages.

The design section includes calculations of the power, traction and dynamic parameters of the vehicle.

The section on industrial and environmental safety specifies organizational and technical measures to create safe working conditions during the assembly of driving wheels.

In the economic part, the costs are calculated, the main costs of the drive wheel modernization project are calculated, the commercial efficiency of the project is calculated and conclusions are drawn about the feasibility of installing a drive wheel modernization project for two categories of passenger cars based on a comparison of production costs and the resulting cost. Based on these calculations, conclusions are drawn.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1 Назначение приводов	6
1.2 Требования к конструкции приводов	7
1.3 Описание конструкции приводов	10
1.4 Классификация карданных шарниров.....	14
1.5 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию приводов	27
2 Конструкторская часть.....	28
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	28
2.2 Расчет деталей привода ведущих колес	42
3 Безопасность и экологичность объекта.....	55
4 Экономическая эффективность проекта	75
Заключение	92
Список используемых источников	93
Приложение А Графики тягового расчета	95

Введение

«На автомобильный транспорт в России приходится более 1/3 грузоперевозок, и он является важной частью общей транспортной системы.

Основные тенденции в развитии автомобильной промышленности следующие:

Увеличение производства легковых автомобилей с более эффективными дизельными и бензиновыми двигателями,

Увеличение производства автомобилей, работающих на сжатом природном газе.

Снижение удельного расхода топлива за счет улучшения конструкции двигателя и трансмиссии, использования электронных систем и улучшения аэродинамики автомобиля.

Снижение потребления некоторых металлов, увеличение срока службы и снижение трудозатрат на обслуживание автомобилей,

Повышение активной безопасности автомобиля благодаря антиблокировочным тормозным системам; повышение устойчивости автомобиля благодаря гидропневматическим компонентам подвески с электронным управлением,

Повышение пассивной безопасности автомобиля. Это достигается за счет оптимизации конструкции кузова и использования подушек безопасности для защиты водителя и пассажиров от лобовых и боковых ударов.»[1]

Основными задачами данной дипломной работы были улучшение ходовых качеств автомобиля при движении в различных дорожных условиях, сохранение общей компоновки шасси автомобиля и всех агрегатов и узлов трансмиссии, а также улучшение управляемости автомобиля при минимальных конструктивных изменениях. Проведены расчеты для определения сил действующих на автомобиль при движении по различным поверхностям.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение приводов

Приводы ведущих колес автомобилей, обычно называемые карданными передачами или трансмиссиями, являются важнейшими компонентами, передающими мощность от двигателя к колесам. Цель трансмиссии - преобразовать энергию вращения, вырабатываемую двигателем, в линейное движение, что позволяет автомобилю двигаться.

Рассмотрим конструкцию карданных валов, которые являются неотъемлемой частью трансмиссии. Карданные валы, также известные как карданные или задние валы, отвечают за передачу крутящего момента от трансмиссии к ведущим колесам. Они обычно встречаются в заднеприводных и полноприводных автомобилях.

Конструкция карданных валов может отличаться в зависимости от конфигурации автомобиля и спецификаций производителя. В типичном заднеприводном автомобиле карданный вал соединяет выходной вал трансмиссии с входным валом дифференциала, который распределяет мощность на задние колеса. Он состоит из длинной цилиндрической стальной трубы с универсальным шарниром (U-образным шарниром) на каждом конце. U-образные шарниры обеспечивают гибкость и компенсируют движение подвески и трансмиссии.

В полноприводных автомобилях могут быть дополнительные карданные валы для передачи мощности на передние колеса. В таких автомобилях передний карданный вал может быть соединен с передним дифференциалом или раздаточной коробкой, которая распределяет мощность на передние колеса вместе с задним карданным валом.

Современные карданные валы часто изготавливаются из высокопрочной стали или алюминиевого сплава для обеспечения долговечности при минимальном весе. Они точно сбалансированы для снижения вибраций и обеспечения плавности работы. В некоторых автомобилях, особенно высокопроизводительных, могут использоваться карданные валы из

углеродного волокна, которые легче и обеспечивают улучшенные эксплуатационные характеристики.

В целом, карданные валы играют важнейшую роль в передаче мощности от двигателя к ведущим колесам, обеспечивая эффективное движение автомобиля. Конкретная конструкция и конфигурация зависят от типа трансмиссии и предназначения автомобиля..[1]

1.2 Требования к конструкции приводов

В основном в автомобилях используются три типа трансмиссий:

Передний привод (FWD): В этой конфигурации мощность двигателя передается в основном на передние колеса. Двигатель, трансмиссия и дифференциал (который распределяет мощность между колесами) обычно расположены в передней части автомобиля. Передний привод обычно встречается в компактных автомобилях, седанах и многих других транспортных средствах массового спроса. Трансмиссии FWD обеспечивают хорошую тягу и эффективность, а также компактную и легкую конструкцию.

Задний привод (RWD): При заднем приводе мощность двигателя передается на задние колеса. В этой конфигурации двигатель располагается продольно, а трансмиссия обычно подключается непосредственно к задней оси. RWD обычно используется в больших автомобилях, спортивных автомобилях и автомобилях класса люкс. Такая компоновка обеспечивает лучшее распределение веса, улучшенную управляемость и более сбалансированное вождение.

Полный привод (AWD)/полный привод (4WD): Трансмиссии AWD и 4WD передают мощность на все четыре колеса автомобиля. Эти системы предназначены для улучшения тяги и устойчивости, особенно в неблагоприятных погодных условиях или на бездорожье. Системы AWD обычно используются в кроссоверах-внедорожниках, а системы 4WD - в грузовиках и внедорожниках, предназначенных для бездорожья. Трансмиссии AWD/4WD могут различаться по своей конструкции, от систем полного привода, которые распределяют мощность автоматически, до систем,

работающих по требованию, которые могут переключаться между двухколесным и полным приводом по мере необходимости.

Требования к конструкции приводов ведущих колес пассажирских и грузовых транспортных средств зависят от различных факторов, включая целевое назначение, тип транспортного средства, эксплуатационные цели и условия эксплуатации. Вот некоторые ключевые требования, которые необходимо учитывать:

Передача мощности и крутящего момента:

Система привода должна быть способна эффективно передавать мощность и крутящий момент, создаваемые двигателем, на ведущие колеса. Это требует выбора соответствующих компонентов, таких как трансмиссии, дифференциалы и карданные валы, которые могут выдерживать ожидаемые уровни мощности и крутящего момента без чрезмерного износа или поломки.

Тяга и устойчивость:

Система привода должна обеспечивать достаточное сцепление ведущих колес с дорогой, особенно в неблагоприятных погодных условиях или на сложной местности. Для улучшения устойчивости и оптимизации передачи мощности на колеса могут использоваться механизмы контроля тяги, такие как дифференциалы с ограниченным скольжением или электронные системы контроля устойчивости.

Эффективность:

Эффективность имеет решающее значение как в пассажирских, так и в грузовых перевозках для минимизации потерь энергии и максимальной экономии топлива. Система привода должна быть спроектирована таким образом, чтобы минимизировать потери на трение и оптимизировать передачу мощности на колеса. Этого можно достичь за счет тщательного подбора компонентов, соответствующих передаточных чисел и передовых технологий, таких как гибридные или электрические трансмиссии.

Надежность и долговечность:

Пассажирские и грузовые транспортные средства часто подвергаются интенсивному использованию и сложным условиям эксплуатации. Компоненты системы привода должны быть спроектированы таким образом,

чтобы выдерживать эти условия и обеспечивать долгосрочную надежность и долговечность. Это предполагает выбор прочных материалов, использование эффективных механизмов охлаждения, а также проведение тщательных испытаний и процедур проверки.

Грузоподъемность:

В грузовых транспортных средствах система привода должна быть спроектирована таким образом, чтобы выдерживать дополнительную нагрузку, создаваемую грузом. Это включает в себя учет распределения веса, предельной нагрузки на ось и возможность передачи мощности на несколько ведущих колес, например, в многоосных грузовиках или прицепах.

Техническое обслуживание и ремонтпригодность:

Простота обслуживания и ремонтпригодность важны для сокращения времени простоя и минимизации эксплуатационных расходов. Конструкция должна обеспечивать легкий доступ к компонентам, облегчать плановый осмотр и позволять эффективный ремонт или замену в случае необходимости.

Соображения стоимости:

Конструкция приводной системы должна обеспечивать баланс между требованиями к производительности и стоимостью. Производители стремятся оптимизировать конструкцию путем выбора экономически эффективных компонентов и технологий производства без ущерба для безопасности и производительности.

Воздействие на окружающую среду:

Снижение воздействия на окружающую среду приобретает все большее значение в автомобильной промышленности. Разработка приводов с более низким уровнем выбросов и более высокой энергоэффективностью, таких как гибридные или электрические трансмиссии, может помочь соблюсти экологические нормы и способствовать устойчивому развитию.

Важно отметить, что конкретные требования к приводам ведущих колес могут существенно различаться для пассажирских и грузовых транспортных средств, а также для разных классов и областей применения автомобилей. Производители и инженеры постоянно работают над совершенствованием

этих систем, чтобы соответствовать меняющимся стандартам, технологическому прогрессу и требованиям клиентов.

1.3 Описание конструкции приводов

Устройство приводов ведущих колес переднеприводного автомобиля состоит из двух основных узлов: редуктора главной передачи, в котором располагается муфта сцепления, и коробки передач, включающей в себя первичный вал, ведомый и ведущий, диски сцепления, промежуточный и первичный валы. Коробка передач является основным агрегатом трансмиссии.

Колесный привод состоит из приводного вала, вала постоянной скорости и карданного шарнира, показано на рисунке 1. Такая конструкция привода обеспечивает равномерное вращение движущихся частей шасси автомобиля. Карданные шарниры могут быть как внутренними, так и внешними. В современных автомобилях используются внешние шарниры, которые состоят из двух карданных шарниров, имеющих вилки. При этом передний карданный шарнир имеет вилку, которая входит в зацепление с вилкой заднего карданного шара. [4]

«Универсальные шарниры используются для передачи механической энергии между двумя осями, обычно когда эти две оси расположены под углом друг к другу. Этот шарнир был изобретен много веков назад. Хотя механика универсального шарнира может показаться простой, его физическая основа очень сложна и интересна. Универсальный шарнир состоит из трех основных элементов: вилки и крестовины.

В первом случае входной и выходной валы соединены по прямой линии. Движение в этом случае очень простое: ведущий вал вращает крестовину, а крестовина вращает выходной вал. Очевидно, что ведущий и выходной валы вращаются с одинаковой скоростью.

Видно, что один конец, соединенный с приводным валом, вращается в вертикальной плоскости, а другой конец, соединенный с валом инерции, вращается в наклонной плоскости.

Для того чтобы один конец двигался в наклонной плоскости, крест должен вращаться вокруг оси, соединяющей другой конец. Это можно увидеть, наблюдая за метками на кресте. Чтобы проиллюстрировать принцип вращения креста, рассмотрим гипотетический пример, в котором вращение первой оси предотвращено. Понятно, что без такого вращения универсальный шарнир не может двигаться под углом.»[10]-[14]

Вращение поперечных осей оказывает существенное влияние на скорость вращения приводного вала. Очевидно, что одновременное вращение поперечных осей изменяет скорость вращения приводного вала. При первом повороте ведущего вала на 90° второй вал также поворачивается на максимальный угол, и прямое вращение способствует вращению ведомого вала и изменяет его характер, но при прохождении следующих 90° первый вал должен вернуться в исходное положение, а обратное вращение оказывает противоположное влияние на вращение ведомого вала. Величину вращения зависимой оси можно рассчитать, просто взяв производную по времени от графика и смещения, но очевидно, что величина вращения зависимой оси меняется, а это значит, что универсальный шарнир не может обеспечить постоянную величину вращения, и это неравномерное вращение бессмысленно при использовании без универсального шарнира. Однако можно добиться постоянной величины вращения, добавив еще один шарнир. Если, как в данной модели, скорость вращения ведущего вала колеблется с постоянной скоростью, то двойной универсальный шарнир работает как шарнир с постоянной угловой скоростью, поскольку колебания скорости вращения ведущего вала приводят к постоянной скорости вращения ведомого вала. Звено подвески является одним из основных компонентов передней подвески некоторых автомобилей. Следует отметить, что в свое время этот компонент использовался как для задней, так и для передней подвески, но из-за невыгодных затрат или непрактичности общая тенденция установки кулаков на заднюю подвеску не была принята.

Сам по себе шарнир CV представляет собой шаровую опору с особым движением на разных уровнях, которая отвечает за передачу крутящего момента и тем самым приводит в движение колеса автомобиля. Таким образом, ШРУС является очень важным компонентом ходовой части, который соединяет

колеса с коробкой передач и отвечает за то, чтобы крутящий момент передавался на приводной вал и поддерживался на нужном уровне при изменении угла поворота руля.

В заключение следует отметить, что механизмы, приводящие в движение ведущие колеса пассажирских и грузовых транспортных средств, играют решающую роль в их производительности, эффективности и надежности. Будь то передний привод, задний привод или полный привод, каждая конфигурация трансмиссии имеет свои конструктивные соображения и требования. Мощность и крутящий момент, тяга и устойчивость, эффективность, надежность, грузоподъемность, техническое обслуживание, стоимость и воздействие на окружающую среду - все это ключевые факторы, которые влияют на конструкцию этих систем привода. Тщательно учитывая эти требования, производители могут создавать автомобили, обеспечивающие оптимальную передачу мощности, повышенную безопасность и плавность хода, удовлетворяя при этом разнообразные потребности пассажиров и требования грузовых перевозок.

1.4 Классификация карданных шарниров

Классификация шарниров представлена в виде схемы на рисунке 2.

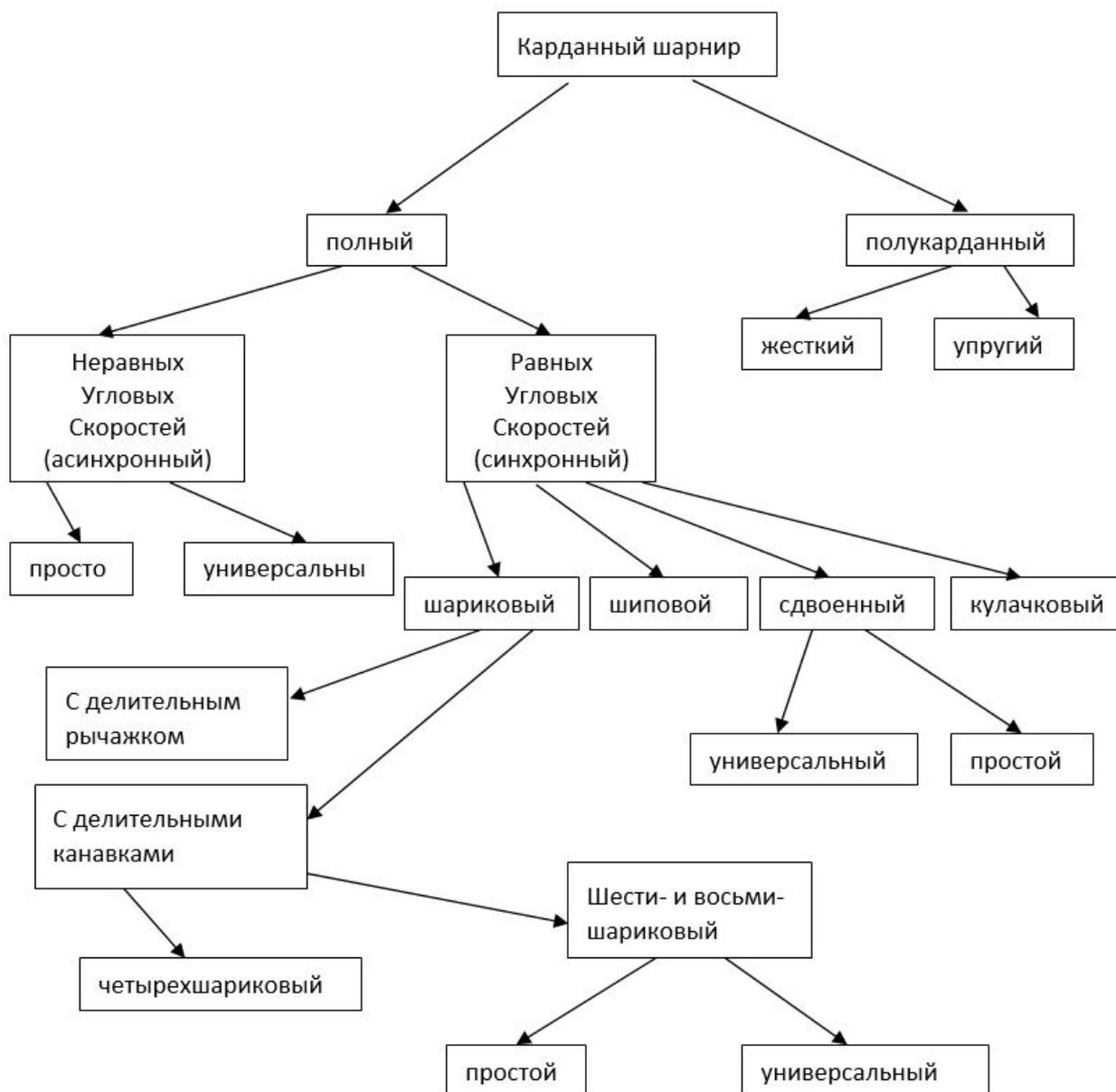


Рисунок 2 - Классификация карданных шарниров

Привод на передние колеса (FWD):

В системе переднего привода мощность двигателя в первую очередь передается на передние колеса. Эта конфигурация популярна в компактных и среднеразмерных автомобилях благодаря своей компактной конструкции и более низким производственным затратам. К основным компонентам системы переднего привода относятся:

Поперечно установленный двигатель: В автомобилях с полным приводом двигатель обычно устанавливается сбоку, при этом коленчатый вал выровнен параллельно передней оси. Такая компоновка позволяет лучше использовать пространство кабины.

Коробка передач: Коробка передач объединяет функции трансмиссии и главной передачи в единое целое. Он состоит из коробки передач, которая передает мощность от двигателя на передние колеса.

Полуоси: Коробка передач соединяется с передними колесами через полуоси (также известные как ведущие мосты). Эти валы передают мощность от коробки передач на передние колеса, позволяя им поворачиваться для управления рулем.

Шарниры с постоянной скоростью вращения (CV-шарниры): CV-шарниры используются на концах полуосей для обеспечения движения подвески вверх-вниз при сохранении постоянной скорости вращения. Они обеспечивают гибкость и плавную передачу мощности.

Задний привод (RWD):

В системе заднего привода мощность двигателя передается на задние колеса. Исторически RWD был доминирующей конфигурацией трансмиссии, особенно в более крупных транспортных средствах и спортивных автомобилях. Вот ключевые компоненты системы заднего привода:

Двигатель, установленный в продольном направлении: В автомобилях с полным приводом двигатель обычно устанавливается в продольном направлении, при этом коленчатый вал расположен перпендикулярно передней оси. Такая компоновка обеспечивает лучшее распределение веса и управляемость.

Трансмиссия: Трансмиссия расположена в задней части двигателя и передает мощность от двигателя на карданный вал.

Карданный вал: Карданный вал - это вращающийся вал, который соединяет трансмиссию с задним дифференциалом. Он передает мощность от коробки передач на задние колеса.

Задний дифференциал: Задний дифференциал отвечает за распределение крутящего момента между двумя задними колесами, позволяя им вращаться с

разной скоростью во время поворотов. Это также обеспечивает окончательное понижение передачи.

Полуоси: Полуоси передают мощность от заднего дифференциала к задним колесам. Обычно они представляют собой цельные валы и не имеют шарниров, как полуоси в автомобилях с полным приводом.

Полный привод (AWD):

Системы полного привода предназначены для обеспечения питания всех четырех колес автомобиля. Существуют различные типы систем полного привода, включая полный привод на полный рабочий момент, полный привод на неполный рабочий момент и полный привод по требованию. Системы полного привода могут быть дополнительно классифицированы на механические, электронные или гидравлические системы. Компоненты системы полного привода могут варьироваться в зависимости от конкретной конструкции, но вот общие компоненты:

Источник движения: Двигатель является источником движения для системы полного привода, и его компоновка может быть как поперечной, так и продольной, аналогично автомобилям с полным приводом.

Раздаточная коробка: Раздаточная коробка используется в некоторых системах полного привода для распределения мощности между передними и задними колесами. Это может быть механическое или электронное устройство, в зависимости от системы.

Карданные валы: Автомобили с полным приводом имеют несколько карданных валов, которые передают мощность от коробки передач или раздаточной коробки на передний и задний дифференциалы.

Дифференциалы: используют автомобили с различным приводом.

Далее рассмотрим следующий вариант конструкции, которые в более простых словах они называются шарнирами подвески или CV-шарнирами CVT - это шарниры постоянной скорости, т.е. устройства, позволяющие передавать крутящий момент, создаваемый коробкой передач, на ведущие колеса автомобиля. Основное отличие CVT от заднего моста, который движется только линейно, заключается в том, что колеса могут поворачиваться на 65-70 градусов. CVT может поворачивать колеса на 65-70 градусов. А теперь подробнее

рассмотрим особенности и вариации конструкции подвески. Крутящий момент передается от двигателя к коробке передач, а затем к ведущим колесам благодаря тягам, которые также встречаются на некоторых автомобилях с независимой подвеской и полным приводом. Эта связь не только приводит в движение колеса, но и может управляться водителем, она очень компактна и легка. CVT в автомобилях с задним приводом и ведущей осью имеют довольно ограниченную функциональность, так как не могут приводить в движение колеса. Также следует отметить, что механизм очень сложный и постоянно находится под большой нагрузкой. Сегодня прогресс в области автомобильных технологий привел к значительному прогрессу в качестве и надежности шарниров передней подвески, причем срок службы некоторых шарниров иногда достигает нескольких сотен тысяч километров пробега. Рассмотрим подробнее основные типы шарниров ходовой части автомобиля.

Третий тип - угловой шарнир, который редко используется производителями автомобилей из-за его сложной конструкции и высокой стоимости производства. Наконец, четвертый тип - это шаровой шарнир, который считается самым распространенным крепежным элементом, используемым сегодня производителями автомобилей. Шаровой шарнир является основным звеном для переднеприводных автомобилей. Как уже упоминалось выше, нынешний ШРУС - это шаровой шарнир, поэтому если рассмотреть его конструкцию чуть подробнее, то в основе конструкции шарового шарнира лежит принцип сухого хода, то есть элементы шарнира не находятся в масле, в отличие от заднего моста, а покрыты специальной смазкой, например, Tez Soliddle. На первый взгляд, конструкция шарнироподобного узла подвески может создать впечатление сложности, но это не так, механизм довольно прост, а стандартные для передней подвески ШРУСы обеспечивают оптимальную работу механизма. Он состоит из четырех элементов, первым является корпус шарнира, он выполнен в виде округлой чашки, которая крепится к приводному валу автомобиля.

Далее идет трансмиссионный вал и нижняя часть ШРУСа, которая представляет собой сферический кулачок; следующим характерным элементом шарнира является сепаратор, который выполнен в виде полого кольца, на

котором размещены и удерживаются специальные шарики; последним элементом ШРУСа всегда являются только что описанные металлические шарики. В большинстве случаев их не менее шести. Этот тип ШРУСа также называют шаровым шарниром, поскольку шарики расположены внутри обоймы звена передней подвески. Конструкция типичного звена карданного вала очень проста и очень плавна в работе, что позволяет автомобилю двигаться очень плавно, без колебаний и вибраций. По сравнению с карданными передачами, которые не обладают такой плавностью в работе, исправный ШРУС всегда будет работать плавно.

Различные виды карданных шарниров показаны на рисунках 3, 4, 5, 6.

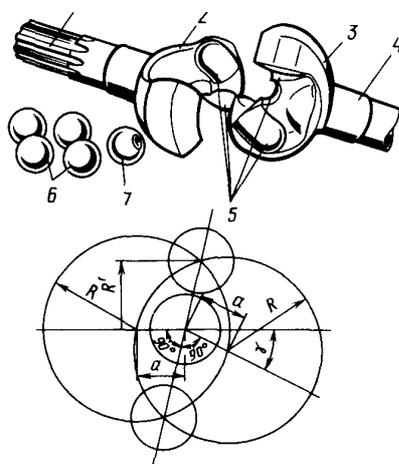


Рисунок 3 - Карданный шарнир типа "Вейс"

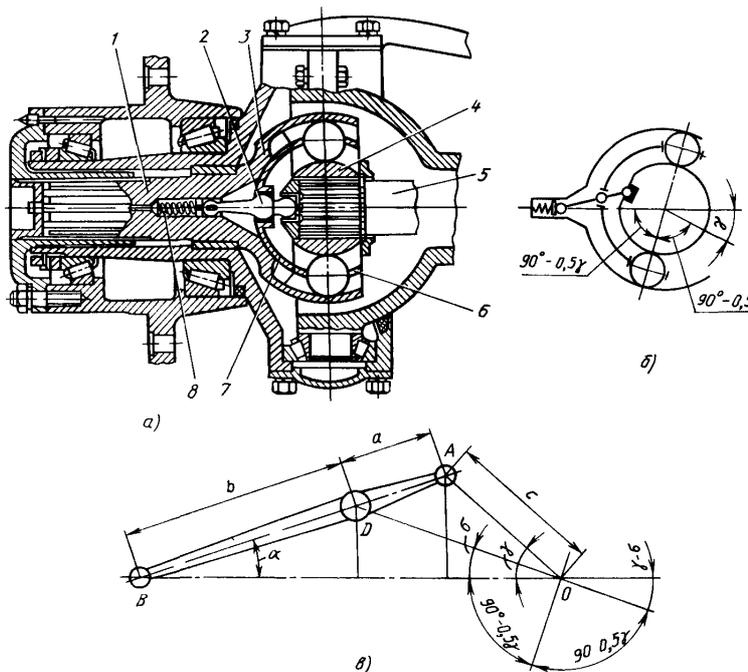


Рисунок 4 - Карданный шарнир типа "Рцепп"

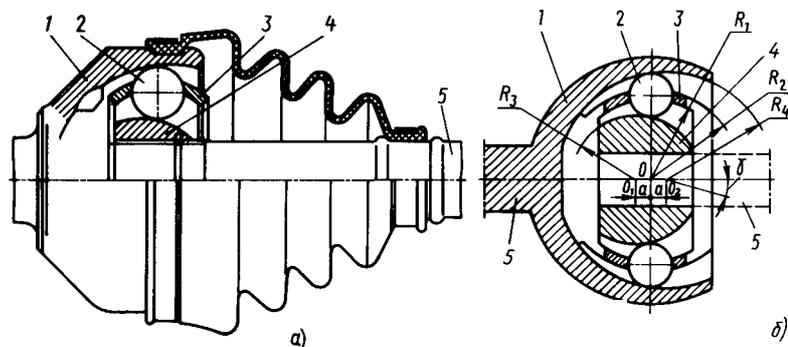


Рисунок 5 - Карданный шарнир типа "Бирфильд"

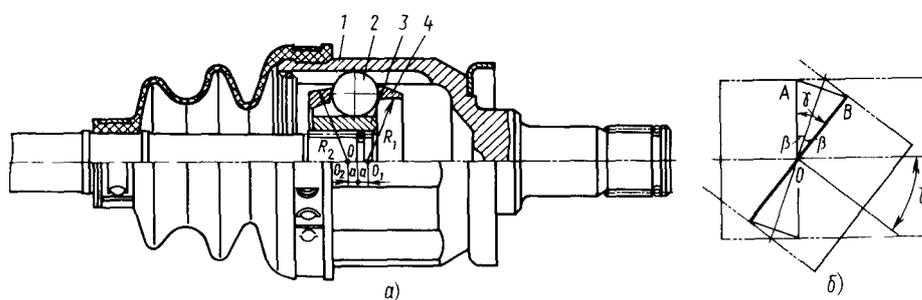


Рисунок 6 - Карданный шарнир типа "ГНК"

Переднеприводные модели с дополнительной главной передачей в конструкции коробки передач не нуждаются в изменении угла направления, поэтому траектория движения параллельна.

Многие грузовики используют двухступенчатую коробку передач. Удивительно, но конструкция бывает разной, «но наиболее распространенной является так называемая центральная конструкция коробки передач, в которой используется центральная коробка передач и два (горизонтальных) колеса. Такая конструкция позволяет значительно увеличить крутящий момент на колесах и, следовательно, тяговое усилие.

Особенностью этой коробки передач является то, что вращение равномерно распределяется между двумя ведущими колесами. На прямой это нормально, но при повороте колеса на одной оси проходят разные расстояния,»[2] и скорость пары необходимо менять. В этой части системы в конструкции коробки передач (установленной на инерционных шестернях) используется дифференциальная функция. В результате главная коробка

передач передает вращение приводных элементов не напрямую, а через дифференциал.

«Главная передача различается по типу и расположению зубчатых колес.

К основным типам передач относятся конические и гипоидные, одинарные, двойные, цилиндрические и червячные, центральные и двухдисковые, двухступенчатые и двухступенчатые.

Описаны основные характеристики основных типов зубчатых передач и схемы сцепления зубьев. К типам зубчатых передач, используемых в основном в автомобилях, относятся:

- Цилиндрический,
- Конический,
- Гипоидный,
- Червячный.

Цилиндрические шестерни используются в главных передачах и переднеприводных автомобилях. В коробках передач этого типа нет необходимости менять направление вращения. Шестерня представляет собой диагональную или шевронную передачу.

Передаточное число такой коробки передач колеблется от 3,5 до 4,2. Более высокие передаточные числа не используются,»[2] так как они требуют больших шестерен и связаны с повышенным шумом при работе.

Конические, косозубые и червячные передачи используются в тех случаях, когда направление вращения необходимо изменить простым изменением передаточного числа.

Конические шестерни часто используются в грузовиках. Их характеристики ограничиваются тем, что валы шестерен пересекаются, т.е. находятся на одной высоте. В таких передачах используются диагональные или загнутые зубья. Этот тип коробок передач не используется в легковых автомобилях из-за больших размеров и высокого уровня шума.

Простые главные передачи - это главные передачи, используемые в легковых автомобилях и легких грузовиках. Гипоидные главные передачи имеют ряд важных преимуществ перед коническими главными передачами,

таких как повышенное контактное напряжение, более плавная работа и более тихая работа, и широко используются. «Использование гипоидных главных передач обусловлено наличием гипоидного смещения E , что является фактором, увеличивающим возможности компоновки.

Конструкция главной передачи с приводом от колеса состоит из пары косозубых шестерен. Ведущая шестерня выполнена в виде приводного вала для запуска передачи, а шестерня выполнена в виде конической шестерни,»[3] которая крепится болтами к фланцу дифференциала.

Конический дифференциал имеет две сателлитные шестерни, установленные на валу и удерживаемые в корпусе дифференциала стопорными кольцами. В деталях с канавками лучшая смазка достигается на поверхностях, контактирующих друг с другом, в частности, на поверхности сателлитов и поверхности детали.

Центральная шестерня вала расположена на конце шайбы, а осевое смещение всех шестерен является неселективным, т.е. нерегулируемым, по толщине и не должно превышать 0,1 мм.

«В качестве опоры в корпусе дифференциала используются конические ролики, нагрузка на которые также регулируется подбором толщины регулировочного кольца.

Типы блокировки дифференциала

Блокировка дифференциала - это дополнительное конструктивное решение, которое может компенсировать его основной недостаток.»[3] Дифференциал с ограниченным скольжением обеспечивает безопасное маневрирование и комфорт на сухой, неровной или скользкой поверхности, но при этом может полностью обездвижить автомобиль. Чтобы избежать этого, необходимо ограничить функции устройства или вообще лишить его возможности работать в течение определенного периода времени. Однако, поскольку существует большое разнообразие методов блокировки дифференциала, следует рассмотреть основные из них по очереди.

Схема работы дифференциала представлена на рисунке 7.

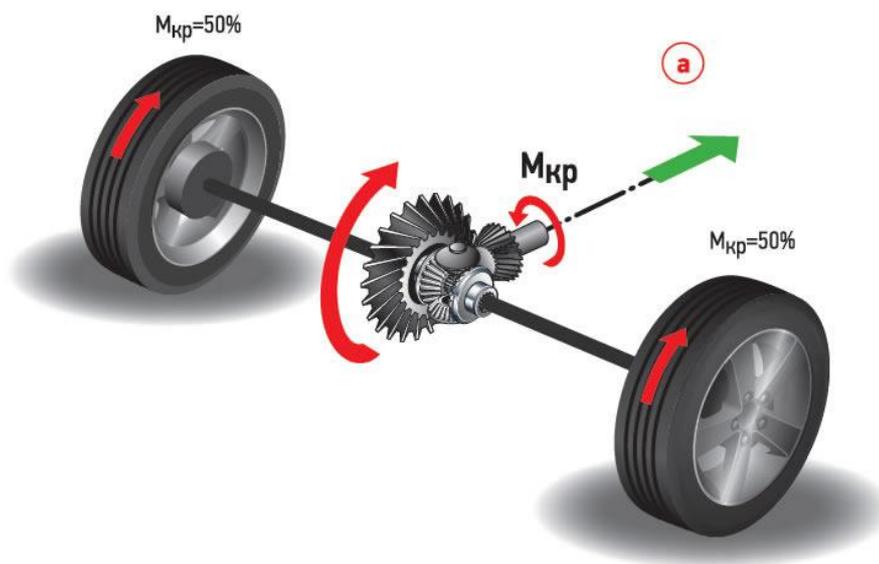


Рисунок 7 - Распределение крутящего момента дифференциалом

«Основной недостаток дифференциалов. Дифференциал используется для распределения крутящего момента от главной передачи к половине ведущего колеса. Крутящий момент постоянен, но отношение его величины к величине крутящего момента ведущего колеса должно изменяться при определенных условиях. Эта характеристика важна, когда автомобиль входит в поворот, где внешнее колесо движется с большим радиусом и, следовательно, проходит большее расстояние, чем внутреннее колесо за то же время. Поэтому угловая скорость внешнего колеса должна увеличиваться во время поворота.

Это изменение угловой скорости приводит к перемещению центра тяжести кузова автомобиля в сторону поворота. В результате сопротивление качению увеличивается, и внутреннее колесо подвергается большей нагрузке. Помимо нагрузки на полуось, снижается и скорость.»[24] Затем сателлит начинает вращаться внутри корпуса дифференциала, уменьшая угловую скорость более нагруженной полуоси внутри колеса. С внешней стороны колеса угловая скорость увеличивается пропорционально размеру внутренней части колеса для уменьшения угловой скорости. Соответствующее соотношение угловых скоростей обеспечивает плавное движение транспортного средства без подпрыгивания и пробуксовки. «Тот же принцип соответствия применяется, когда колесо касается земли, льда или выбоин. При этом требуется большой крутящий момент, а сцепление колес с дорогой уменьшается. Когда

распределение меняется с 0% на 100%, возникает критическая ситуация: автомобиль перестает двигаться. Чтобы сдвинуть автомобиль с места, необходимо перераспределить крутящий момент, увеличив нагрузку на колеса. Это невозможно при использовании функции дифференциала. Поэтому она частично или полностью блокируется.»[3]

«Тип блокировки.

Работа может быть заблокирована с помощью механизма, непосредственно связанного с нагрузкой на полуось или ограничением возможности вращения сателлитов.

Типы блокировки следующие

Полная: значение передаваемого крутящего момента достигает 100 %. Детали узла жестко фиксируются, что делает невозможным выполнение их функций.

Частичная: пара сил заданного соотношения распределяется в дифференциале сил, что ограничивает работу компонентов.

В зависимости от степени участия водителя блокировка дифференциала может включаться вручную или автоматически:

При необходимости водитель может принудительно включить блокировку (ручная блокировка). Для этого используется дифференциал с кулачковой блокировкой.

Автоматические блокировки дифференциала предусматривают ограничения на автоматическую работу (автоматическая блокировка). Необходимость и степень блокировки определяются разностью крутящих моментов полуосей ведущих колес или их угловой скоростью. В некоторых вариантах систем этого типа используются датчики блокировки дифференциала.

Типы запирающих устройств

Устройство, блокирующее узел, зависит от типа и используемого механизма. Различные функции создают ограничения и определяют возможность их использования для межколесных или межосевых дифференциалов.»[25]

«Принудительная ручная блокировка достигается с помощью кулачковой муфты (обведена желтым на схеме). Эта муфта полностью блокирует механизм и жестко соединяет половину нагрузки между корпусом и осью. Кулачковые муфты могут быть механическими, гидравлическими, пневматическими или электрическими. Они приводятся в действие рычажным механизмом или специальными кнопками на панели управления (в случае электрических приводов). Кулачковые дифференциалы используются на дифференциальных мостах благодаря своей гибкости.»[9]

Автоматические блокировочные дифференциалы и их разновидности

Автоматические дифференциалы используют принцип увеличения силы трения путем изменения условий нагрузки на детали приводного вала. Поэтому такие дифференциалы также известны как "дифференциалы с ограниченным скольжением" или "LSD (дифференциал с ограниченным скольжением)".

Червячный дифференциал показан на рисунке 8.



«Рисунок 8 - Червячный дифференциал повышенного трения Torsen

Дифференциалы с ограниченным скольжением можно разделить на четыре основных типа, в зависимости от метода увеличения трения: дисковый, червячный, вязкостная муфта и электронная блокировка.

Дисковый тормоз: дифференциал с ограниченным скольжением использует диск сцепления, который использует принцип автоматической

блокировки при изменении угловой скорости штока поршня, чем больше разница, тем больше крутящий момент.»[10]

Дисковый дифференциал показан на рисунке 9.



«Рисунок 9 - Дисковый дифференциал

В этом типе LSD трение происходит между пакетом фрикционных дисков: один фрикционный диск закреплен на чашке дифференциала, а другой - на полуоси. Когда ведущие колеса вращаются с одинаковой скоростью, фрикционные диски вращаются с одинаковой скоростью. При изменении угловой скорости ускоренный диск полуоси передает часть своего крутящего момента на другую полуось (частичная блокировка), увеличивая силу трения с пакетом фрикционов в корпусе (чашке). Степень сжатия диска дифференциала может быть фиксированной (подпружиненной) или переменной (гидравлически регулируемой).

Сателлиты червячной передачи и валы червячной передачи широко используются для создания LSD, которые блокируются с помощью дифференциала крутящего момента.

Такая система LSD с червячной передачей называется системой определения крутящего момента или Torsen Small. Принцип работы червячной передачи очень прост: при увеличении крутящего момента на одной полуоси он частично блокируется и передается на другую полуось. Никаких дополнительных систем или подсистем не требуется. Благодаря тому, что червячная передача не приводится в движение другими шестернями, принцип работы червячного редуктора заключается в самоблокирующемся механизме.

Червячные редукторы используются в дифференциалах между колесами и между осями в различных машинах.»[11]

Вязкостная муфта, показана на рисунке 10. Вязкостная муфта состоит из набора расположенных друг за другом перфорированных дисков, чашек и приводного вала в герметичном контейнере, заполненном жидким силиконом.



Рисунок 10 – Вискомуфта

Если угловые скорости одинаковы, сборка будет работать правильно. Увеличение скорости вращения вала и блокировка: диски с увеличенной скоростью вращения упрочняются путем смешивания кремния. «Чашка диска должна принимать и передавать крутящий момент на другой вал, увеличивая тягу. Как гость, вискомуфта действует как блокировка и используется в дифференциалах со скользящей осью, имеющих большие размеры. вискомуфта может работать и в полноприводных автомобилях с дифференциалами, которые идеально имитируют ее функцию. Однако у него есть серьезный недостаток - он легко нагревается и часто не совместим с системами ABS. По этой причине вязкостные муфты редко используются в современных автомобилях.

Электронная блокировка - это дифференциал повышенного трения, в котором используется электронная система блокировки с обратной связью для изменения угловой скорости ведущих колес. Дифференциал управляется программным обеспечением. Он увеличивает скорость вращения колес,

увеличивает давление, создаваемое тормозной системой, и уменьшает скорость вращения колес. В этом случае сила тяги выше, а крутящий момент передается на другое колесо. Таким образом, дифференциал является неограниченным, так как не имеет присадок и является размещенным базовым узлом. Перераспределение крутящего момента и балансировка угловых скоростей обеспечиваются тормозной системой, которая программно управляется системой противоскольжения.

Блокировка дифференциала является важной функцией, обеспечивающей безопасность движения и улучшающей управляемость в критических ситуациях. Эта функция автоматически блокирует или добавляет передачи на ведущие колеса при изменении дорожного покрытия.»[26]

1.5 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию приводов

Основной задачей было улучшение ходовых качеств автомобиля при сохранении неизменной общей компоновки и минимизации изменений в конструкции переднего привода. Эта цель была достигнута путем внедрения блокировки дифференциала переднего привода, что улучшило проходимость непроходимых препятствий данным автомобилем и позволило активировать блокировку одним нажатием кнопки из салона. Блокировка дифференциала приводится в действие электромагнитом, который блокирует дифференциал. При этом требовалось сохранить основные элементы конструкции и приводов колес, которые были использованы в базовой версии.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1206$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 51,39$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 620$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
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]

Подготовка исходных данных для тягового расчёта

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

$$G_A = G_o + G_n + G_b,$$

«где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа; »[2]

$$G_o = m_o \cdot g = 1206 \cdot 9,807 = 11827 \text{ Н} \quad (1)$$

$$G_n = G_{n1} \cdot 5 = m_{n1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_A = 11827 + 3678 + 490 = 15995 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_1 = G_A \cdot 51 = 15995 \cdot 51 = 8158 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 49 = 15995 \cdot 49 = 7838 \text{ Н} \quad (6)$$

«б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 185/65 R15. »[2]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

«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;

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 185) \cdot 10^{-3} = 0,293 \text{ м}$$

Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (8)$$

«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]

$$U_0 = (0,293 \cdot 620) / (0,784 \cdot 51,39) = 4,505$$

Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (9)$$

«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]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (10)$$

$$\psi_v = 0,012 \cdot (1 + 51,39^2 / 2000) = 0,028$$

$$N_v = (15995 \cdot 0,028 \cdot 51,39 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 51,39^3 / 2) / 0,91 = 82999 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (11)$$

«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]

$$N_{MAX} = 82999 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 90000 \text{ Вт}$$

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

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (12)$$

«где $C_1 = C_2 = 1$ - коэффициенты характеризующие тип двигателя.»[2]

«Определение значений крутящего момента производится по формуле, данные заносятся в таблицу 1: »[2]

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (13)$$

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
1003	105	18,3	174,7
1400	147	26,5	180,9
1800	188	35,0	185,5
2200	230	43,5	188,7
2600	272	51,8	190,3
3000	314	59,8	190,4
3400	356	67,3	188,9
3800	398	74,0	185,9
4200	440	79,8	181,4
4600	482	84,5	175,3
5000	524	87,8	167,7
5400	565	89,7	158,6
5800	607	89,9	147,9
6200	649	88,1	135,7
5921	620	89,5	144,4

« n_e - обороты двигателя, об/мин; »[2]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (14)$$

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]

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (15)$$

«где ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вылечены преодолеваемого подъёма

($\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$).»[2]

$$\psi_{MAX} = 0,028 + 0,28 = 0,308 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 15995 \cdot 0,308 \cdot 0,293 / (190,4 \cdot 0,91 \cdot 4,505) = 1,847$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (17)$$

«где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8158 \cdot 0,9 = 7342$ Н, m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).»[2]

$$U_1 \leq 7342 \cdot 0,8 \cdot 0,293 / (190,4 \cdot 0,91 \cdot 4,505) = 2,203$$

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

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен: »[2]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,600 / 0,784)^{1/4} = 1,464 \quad (18)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,600 / 1,464 = 2,459; \quad (19)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,459 / 1,464 = 1,680; \quad (20)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,680 / 1,464 = 1,148; \quad (21)$$

$$U_5 = 0,784. \quad (22)$$

Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (23)$$

Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость на 1ой передаче, м/с	Скорость на 2ой передаче, м/с	Скорость на 3ей передаче, м/с	Скорость на 4ой передаче, м/с	Скорость на 5ой передаче, м/с
1003	1,9	2,8	4,1	5,9	8,7
1400	2,6	3,9	5,7	8,3	12,2
1800	3,4	5,0	7,3	10,7	15,6
2200	4,2	6,1	8,9	13,0	19,1
2600	4,9	7,2	10,5	15,4	22,6
3000	5,7	8,3	12,2	17,8	26,0
3400	6,4	9,4	13,8	20,2	29,5
3800	7,2	10,5	15,4	22,5	33,0
4200	7,9	11,6	17,0	24,9	36,5
4600	8,7	12,7	18,6	27,3	39,9
5000	9,5	13,8	20,3	29,6	43,4
5400	10,2	14,9	21,9	32,0	46,9
5800	11,0	16,0	23,5	34,4	50,3
6200	11,7	17,2	25,1	36,8	53,8
5921	11,2	16,4	24,0	35,1	51,4

Сила тяги на ведущих колёсах, рассчитываем по формуле, полученные результаты заносятся в таблицу 3.

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (24)$$

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обороты дв-ля, об/мин	Сила тяги на 1ой передаче, Н	Сила тяги на 2ой передаче, Н	Сила тяги на 3ей передаче, Н	Сила тяги на 4ой передаче, Н	Сила тяги на 5ой передаче, Н
1003	8807	6017	4110	2808	1918
1400	9118	6229	4255	2907	1986
1800	9354	6390	4365	2982	2037
2200	9512	6498	4439	3032	2072
2600	9593	6554	4477	3058	2089
3000	9597	6556	4479	3060	2090
3400	9524	6506	4444	3036	2074
3800	9373	6403	4374	2988	2041
4200	9144	6247	4267	2915	1991
4600	8839	6038	4125	2818	1925
5000	8456	5776	3946	2696	1841
5400	7995	5462	3731	2549	1741
5800	7458	5095	3480	2378	1624
6200	6843	4675	3193	2181	1490
5921	7281	4974	3398	2321	1586

Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху: »[2]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (25)$$

«Сила сопротивления качению: »[2]

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (26)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (27)$$

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

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	192	192
5	10	194	204
10	39	202	240
15	87	214	301
20	155	230	385
25	242	252	494
30	349	278	627
35	475	310	785
40	621	345	966
45	785	386	1172
50	970	432	1402
55	1173	482	1656
60	1396	537	1934
65	1639	597	2236

Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (28)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (29)$$

«По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения

при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля.

Данные расчёта заносят в таблицу 5 и представляют графически. »[2]

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче
1003	0,551	0,376	0,257	0,175	0,118
1400	0,570	0,389	0,265	0,180	0,121
1800	0,585	0,399	0,272	0,184	0,121
2200	0,594	0,405	0,276	0,185	0,121
2600	0,599	0,408	0,277	0,185	0,118
3000	0,599	0,408	0,276	0,184	0,114
3400	0,594	0,405	0,273	0,180	0,109
3800	0,585	0,398	0,268	0,174	0,101
4200	0,570	0,387	0,260	0,167	0,092
4600	0,551	0,374	0,249	0,158	0,082
5000	0,526	0,356	0,237	0,147	0,069
5400	0,497	0,336	0,222	0,134	0,056
5800	0,463	0,312	0,204	0,120	0,040
6200	0,424	0,285	0,184	0,104	0,023
5921	0,452	0,304	0,198	0,115	0,035

Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (30)$$

«где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (31)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (32)$$

«где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэффициент

учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$. »[2]

Расчетные данные в таблицах 6, 7 и 8.

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

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с ²	Ускорение на 2ой передаче, м/с ²	Ускорение на 3ей передаче, м/с ²	Ускорение на 4ой передаче, м/с ²	Ускорение на 5ой передаче, м/с ²
1003	3,72	2,95	2,15	1,49	0,99
1400	3,86	3,05	2,23	1,54	1,01
1800	3,96	3,13	2,28	1,57	1,01
2200	4,02	3,18	2,32	1,58	1,00
2600	4,06	3,21	2,33	1,58	0,97
3000	4,06	3,20	2,32	1,56	0,92
3400	4,02	3,17	2,29	1,52	0,85
3800	3,96	3,12	2,24	1,46	0,77
4200	3,86	3,03	2,17	1,39	0,68
4600	3,72	2,92	2,07	1,30	0,56
5000	3,55	2,78	1,96	1,19	0,43
5400	3,35	2,61	1,82	1,07	0,28
5800	3,12	2,42	1,66	0,93	0,12
6200	2,85	2,20	1,48	0,77	-0,06
5921	3,04	2,35	1,61	0,88	0,07

Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передаче, с2/м	1/j на 2ой передаче, с2/м	1/j на 3ей передаче, с2/м	1/j на 4ой передаче, с2/м	1/j на 5ой передаче, с2/м
1003	0,27	0,34	0,46	0,67	1,01
1400	0,26	0,33	0,45	0,65	0,99
1800	0,25	0,32	0,44	0,64	0,99
2200	0,25	0,31	0,43	0,63	1,00
2600	0,25	0,31	0,43	0,63	1,04
3000	0,25	0,31	0,43	0,64	1,09
3400	0,25	0,32	0,44	0,66	1,17
3800	0,25	0,32	0,45	0,68	1,29
4200	0,26	0,33	0,46	0,72	1,48
4600	0,27	0,34	0,48	0,77	1,78
5000	0,28	0,36	0,51	0,84	2,32
5400	0,30	0,38	0,55	0,94	3,52
5800	0,32	0,41	0,60	1,08	8,31
6200	0,35	0,46	0,67	1,31	-16,59
5921	0,33	0,42	0,62	1,14	14,77

Время и путь разгона

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин: »[2]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (33)$$

«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]

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (34)$$

«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]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (35)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (36)$$

«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

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Время, с
0-5	135	0,7
0-10	406	2,0
0-15	759	3,8
0-20	1224	6,1
0-25	1809	9,0
0-30	2556	12,8
0-35	3523	17,6
0-40	4766	23,8
0-45	6344	31,7

«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]

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (37)$$

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

Путь разгона от скорости V_o »[2]

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

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

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

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Путь, м
0-5	34	2
0-10	237	12
0-15	678	34
0-20	1492	75
0-25	2808	140
0-30	4862	243
0-35	8004	400
0-40	12668	633
0-45	19374	969

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]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (38)$$

« N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

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

Результаты расчета в таблице 11 и таблице 12.

Таблица 11 - Мощностной баланс

Обороты дв-ля, об/мин	Мощность на колесе, кВт
1003	16,7
1400	24,1
1800	31,8
2200	39,6
2600	47,1
3000	54,4
3400	61,2
3800	67,3
4200	72,6
4600	76,9
5000	79,9
5400	81,6
5800	81,8
6200	80,2
5921	81,5

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	1,0	1,0
10	0,4	2,0	2,4
15	1,3	3,2	4,5
20	3,1	4,6	7,7
25	6,1	6,3	12,4
30	10,5	8,3	18,8
35	16,6	10,8	27,5
40	24,8	13,8	38,6
45	35,3	17,4	52,7
50	48,5	21,6	70,1
55	64,5	26,5	91,1
60	83,8	32,2	116,0
65	106,5	38,8	145,4

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]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (39)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523$$

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

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (40)$$

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

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	I	E	K_H	K_E	Q_s
1003	8,7	0,119	0,178	1,333	1,160	4,8
1400	12,2	0,133	0,248	1,314	1,123	5,3
1800	15,6	0,152	0,319	1,287	1,091	5,9
2200	19,1	0,178	0,390	1,252	1,064	6,6
2600	22,6	0,210	0,461	1,211	1,042	7,5
3000	26,0	0,249	0,532	1,164	1,026	8,4
3400	29,5	0,296	0,603	1,113	1,016	9,4
3800	33,0	0,352	0,674	1,058	1,010	10,4
4200	36,5	0,419	0,745	1,001	1,010	11,4
4600	39,9	0,500	0,816	0,947	1,015	12,5
5000	43,4	0,599	0,887	0,901	1,026	13,8
5400	46,9	0,721	0,958	0,876	1,042	15,5
5800	50,3	0,873	1,029	0,893	1,063	18,2

Все графики, построенные на основе данных таблиц этого подраздела, можно найти в Приложении А и на листе А1 данной работы

«2.2 Расчет деталей привода ведущих колес

Расчет правого вала привода передних колес. Проверочный расчет

Исходные данные:

$$T_{emax} = 191.3 \quad U_1 = 3.6 \quad U_{2n} = 3.9$$
$$M_{кр} = \frac{T_{emax} \cdot U_1 \cdot U_{2n}}{2} \quad (41)$$

$$M_{кр} = \frac{191.3 \cdot 3.6 \cdot 3.9}{2} = 802.94 \quad \text{Нм}$$

$$\rho = 0.015 \quad \text{м}$$

$$d = 0.03 \quad \text{м}$$

где ρ - радиус вала привода; d - диаметр вала привода;

$$\rho_{max} = \rho$$

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (42)$$

где J_p - полярный момент инерции поперечного сечения вала;

Расчет полярного момента инерции поперечного сечения вала.

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \quad (43)$$

$$J_p = \frac{3.14 \cdot 0.03^4}{32} = 7.95 \times 10^{-8} \quad \text{м}^4 \text{»}[5]$$

«Максимальное касательное напряжение будет равно:

$$\tau_{max} = \frac{802.94 \cdot 0.015}{7.95 \times 10^{-8}} = 1.51 \times 10^8 \text{ Нм}^2$$

Значение допустимого касательного напряжения для данного вала будет равным:

$$[\tau] = 2,3 \cdot 10^8 \text{ Нм}^2$$

Значение расчетного касательного напряжения меньше чем допустимое, следовательно условие выполняется:

$$\tau < [\tau]$$

Расчет полярного момента сопротивления.

$$W_{pmax} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \tag{44}$$

$$W_{pmax} = \frac{3.14 \cdot 0.03^3}{32} = 2.65 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

Определяем допустимый момент сопротивления.

$$W_{\rho} = \frac{M_{кр}}{\tau_{\partial}} \tag{45}$$

$$W_{\rho} = \frac{802.94}{2.3 \cdot 10^8} = 3.49 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$W_{pmax} < [W_{\rho}]$$

Условие выполняется. »[5]

«Определение перемещений при кручении вала.

Угол относительного поворота концевых сечений этого участка определяется по формуле:

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр} \cdot l}{G \cdot J_p} \quad (46)$$

где G - модуль сдвига; l - длина вала;

$$G = 78 \cdot 10^9 \frac{H}{m^2}$$

$$l = 0.403 \text{ м}$$

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{802.94 \cdot 0.403}{(78 \cdot 10^9) \cdot (7.95 \times 10^{-8})} = 2.99$$

Расчет на жесткость.

Для нормальной работы вала и связанных с ним деталей он должен иметь достаточную жесткость, т.е. наибольший относительный угол закручивания бруса не должен превышать допустимого.

Условие жесткости вала:

$$\theta_{max} \leq [\theta] \quad [5]$$

$$\langle \theta_{max} = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр}}{G \cdot J_p} \quad (47)$$

$$\theta_{max} = \frac{180}{3.14} \cdot \frac{802.94}{(78 \cdot 10^9) \cdot (7.95 \times 10^{-8})} = 7.42 \quad \text{град/м}$$

$$[\theta] = (2,5...8) \text{ град/м}$$

Условие жесткости вала выполняется.

Расчет левого вала привода передних колес

Проверочный расчет. Исходные данные:

$$M_{кр} = 802.94 \quad \text{Нм}$$

$$\rho = 0.039 \quad \text{м}$$

$$d = 0.042 \quad \text{м}$$

$$d_0 = 0.036 \quad \text{м}$$

где ρ - расстояние от оси вала до исследуемой точки; d - диаметр вала привода;

d_0 - внутренний диаметр вала;

Расчет касательных напряжений.

Наибольшей величины касательные напряжения достигают в крайних точках сечения, наиболее удаленных от оси вала.

$$\rho_{max} = \rho$$

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (48)$$

где: J_p - полярный момент инерции поперечного сечения вала; »[5]

«Расчет полярного момента инерции поперечного сечения вала.

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4 \cdot (1 - c^4)}{32} \quad (49)$$

где $c = \frac{d_0}{d} = \frac{0.036}{0.042} = 0.86$

$$J_p = \frac{3.14 \cdot 0.042^4 \cdot (1 - 0.86^4)}{32} = 1.38 \times 10^{-7} \text{ м}^4$$

Максимальное касательное напряжение будет равно:

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (50)$$

$$\tau_{max} = \frac{802.94 \cdot 0.039}{1.38 \times 10^{-7}} = 2.27 \times 10^8 \text{ Нм}^2$$

Значение допустимого касательного напряжения для данного вала будет равным:

$$[\tau] = 2,3 \cdot 10^8 \text{ Нм}^2$$

Значение расчетного касательного напряжения меньше чем допустимое, следовательно условие выполняется:

$$\tau < [\tau]$$

Расчет полярного момента сопротивления.

$$W_{pmax} = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - c^4)}{32} \quad (51)$$

$$W_{pmax} = \frac{3.14 \cdot 0.042^3 \cdot (1 - 0.86^4)}{32} = 3.29 \times 10^{-6} \text{ м}^3 \gg [5]$$

«Определяем допустимый момент сопротивления.

$$W\rho = \frac{M_{кр}}{\tau_{\partial}} \quad (52)$$

$$W\rho = \frac{802.94}{2.3 \cdot 10^8} = 3.49 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$W\rho_{max} < [W\rho]$$

Условие выполняется.

Определение перемещений при кручении вала.

Угол относительного поворота концевых сечений этого участка определяется по формуле:

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр} \cdot l}{G \cdot J\rho} \quad (53)$$

где G - модульдвига;

l - длина вала;

$$G = 78 \cdot 10^9 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

$$l = 0.415 \text{ м}$$

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{802.94 \cdot 0.415}{(78 \cdot 10^9) \cdot (1.38 \times 10^{-7})} = 1.77 \text{»}[5]$$

«Расчет на жесткость.

Для нормальной работы вала и связанных с ним деталей он должен иметь достаточную жесткость, т.е. наибольший относительный угол закручивания бруса не должен превышать допустимого.

Условие жесткости вала:

$$\theta_{max} \leq [\theta]$$

$$\theta_{max} = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр}}{G \cdot J_p} \quad (54)$$

$$\theta_{max} = \frac{180}{3.14} \cdot \frac{802.94}{(78 \cdot 10^9) \cdot (1.38 \times 10^{-7})}$$

$$\theta_{max} = 4.28 \text{ град/м}$$

$$[\theta] = (2,5 \dots 8) \text{ град/м}$$

Условие жесткости вала выполняется.

$$\theta_{max} = 4.28 \text{ град/м} \ll [5]$$

«Расчет крестовины трехшипового КШРУСа привода ведущих колес

На шип карданного шарнира действует сила P , рисунок 11.

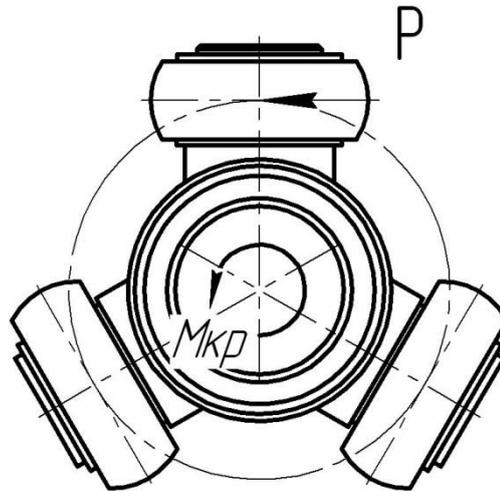


Рисунок 11 – Схема сил трипода

Величина силы P определяется по формуле:

$$P = \frac{M_{кр}}{2R} = \frac{802,94}{2 \cdot 2,5} = 160 \text{ кгс} \quad (55)$$

где R - расстояние от оси обоймы до середины шипа, $R = 2,5$ см.

Сила P действует на шип, вызывая его смятие, изгиб и срез.

Напряжение смятия не должно превышать 800 кгс/см^2 ,

напряжение изгиба - 3500 кгс/см^2 ,

напряжение среза - 1700 кгс/см^2 .

Напряжение смятия определяется по формуле:

$$\sigma_{смятия} = \frac{P}{l \cdot d} = \frac{160}{1,6 \cdot 2,5} = 40 \text{ кгс/см}^2 \quad (56) \text{ »}[5]$$

«где d - диаметр шипа, $d = 1,6$ см

l - длина шипа, $l = 1,25$ см

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{\text{изгиба}} = \frac{P \cdot l}{W \cdot 2} = \frac{160 \cdot 1,25}{0,8 \cdot 2} = 125$$

кгс/см²

(57)

для шипа:

$$W = \frac{\pi r^3}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^3}{4} = 0,8 \text{ кгс/см}^2$$

(58)

Напряжение среза:

$$\tau = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 160}{3,14 \cdot 1,6^2} = 80 \text{ кгс/см}^2$$

(59)

Определение допустимого усилия, действующего на игольчатый подшипник

$$P_{\text{д}} = 780 \frac{ldk}{\sqrt[3]{n_{\text{п}}}}$$

(60)

Допустимое усилие определяется по формуле:

где i - число роликов или иголок; l - рабочая длина ролика, см; d - диаметр ролика, см; »[5]

$$n_{II} = \frac{n_{M \max}}{I_1} \cdot \operatorname{tg} \gamma \quad (61)$$

«где n_{II} -число оборотов шипа в минуту,

γ - может достигать 16–18°, примем $\gamma = 17^\circ$;

k - поправочный коэффициент, учитывающий твердость.

При твердости поверхностей качения шипа обоймы корпуса подшипника исамих роликов, составляющих по Роквеллу HRC=59-60, $k=1$.

где $i=40$ шт.

$M_{кр}=802,94$ кгм

$l=10$ мм

при $n=3700$ об/мин

$d=1,4$ мм

$\gamma=17^\circ$

$k=1$

$I_1=7,44$

$$n_{II} = \frac{n}{i_1} \cdot \operatorname{tg} \gamma = \frac{3700 \cdot 0,3057}{7,44} = 152 \text{ об / мин.} \quad (62)$$

Тогда P_d будет равно

$$P_d = 780 \cdot \frac{40 \cdot 1,4 \cdot 1}{\sqrt[3]{152}} = 1700 \text{ кгс} \quad (63) \text{ »}[5]$$

$$P_d < P$$

«Расчет шлицевого зацепления

Боковые поверхности зубьев шлицевых соединений работают на смятие, а основание их на изгиб и срез.

Для применяемых соотношений элементов шлицевых соединений основным является расчет на смятие:

$$M_{кр} = 802.94$$

$$\sigma_{см} := \frac{10^3 \cdot M_{кр}}{\phi \cdot F \cdot l \cdot r_{ср}} \quad (64)$$

где

$T_{max пр}$ - наибольший допустимый вращающий момент,

передаваемый соединением, Н.м.

ϕ - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузок по рабочим поверхностям зубьев; $\phi = (0,7 - 0,8)$;

Принимаем $\phi = 0,75$.

F - площадь всех боковых поверхностей зубьев с одной стороны на 1 мм длины, мм²/мм.

$$F := z \cdot \left[\frac{D_B - d_a}{2} - (f + r) \right] \quad (65)$$

где z - число зубьев;

D_B - наружный диаметр зубьев вала, мм;

d_a - диаметр отверстия шлицевой втулки, мм;

f - размер фаски шлицев, мм;

r - размер закругления, мм;

l - рабочая длина зуба, мм; »[5]

Схема сил шлицевого зацепления показана на рисунке 12.

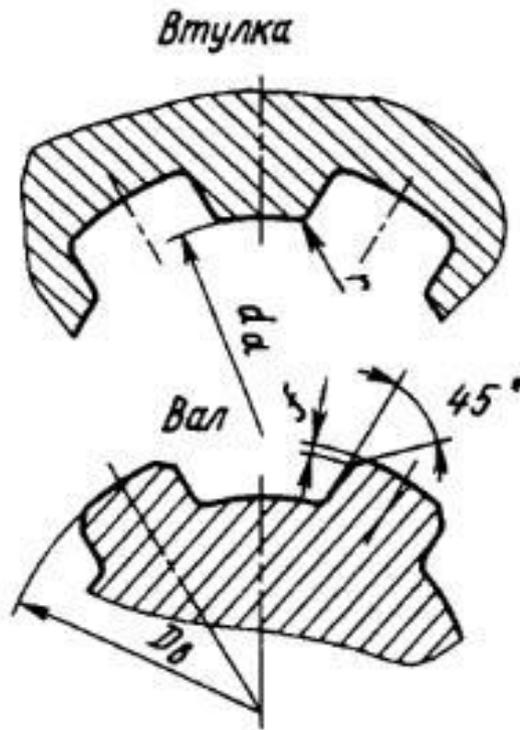


Рисунок 12 – Схема сил в шлицевом зацеплении

$$\llcorner r_{cp} := \frac{D_B + d_a}{4} \quad (66)$$

$$D_B := 25 \quad d_a := 20$$

$$r_{cp} := \frac{D_B + d_a}{4} \quad (67)$$

$$r_{cp} = 11.25 \quad z := 14 \quad f := 0.5 \quad r := 1$$

$$F := z \cdot \left[\frac{D_B - d_a}{2} - (f + r) \right] \quad (68)$$

где $F = 14$; $l := 25$; $\phi := 0.75$ »[5]

$$\sigma_{\text{сМ}} := \frac{10^3 \cdot M_{\text{кр}}}{\phi \cdot F \cdot l \cdot r_{\text{ср}}} \quad (69)$$

$$\sigma_{\text{сМ}} := \frac{10^3 \cdot 802.94}{0.75 \cdot 14 \cdot 25 \cdot 11.25} = 271.9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{сМ}} = 271.9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{сМ}} \leq [\sigma_{\text{сМ}}]$$

$$[\sigma_{\text{сМ}}] = 450 \text{ МПа};$$

Условие выполняется. »[5]

Вывод

Расчетные данные показывают что все критерии оценки работоспособности проектного узла отвечают всем требуемым необходимым нормам.

3 Безопасность и экологичность объекта

Большая часть человеческой жизни проходит в искусственных системах. Агрессивная экономическая деятельность, такая как освоение новых территорий, "преобразование природы" и создание искусственных экосистем, таких как города, неизбежно нанесла ущерб экологической среде и качеству жизни человека. Автомобильная промышленность предлагается располагать в качестве источника технологий в густонаселенных районах, в зависимости от ее формы, местоположения и продолжительности существования. Особенностью автомобильной промышленности с точки зрения охраны труда является большое количество производственных циклов, которые проходят в закрытых помещениях, где выполняются ремонтные, очистительные, покрасочные, сборочные, испытательные и другие операции. Этот вид работ связан с вредными и опасными производственными элементами, которые воздействуют на людей на рабочем месте, а также с определенными воздействиями на окружающую среду, такими как отходы, дождевая вода, вентиляционные системы, выбросы в атмосферу от автобусных остановок, транспортных средств и горячих точек. Поэтому необходимы четкие инженерные решения для обеспечения безопасности людей, занятых в производстве, и снижения воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду. Во время работы люди вступают в контакт с предметами труда, рабочими инструментами и остальным миром. Они также подвергаются воздействию всех аспектов промышленной среды, в которой работают, включая тепло, влажность, движение воздуха, звук, вибрацию и опасные вещества. Все это в совокупности характеризует рабочую среду человека. Условия труда оказывают значительное влияние на здоровье, работоспособность, отношение к работе и производительность. Плохие условия труда могут резко снизить производительность и привести к несчастным случаям и профессиональным заболеваниям. Тормозная система является наиболее важным узлом в работе современных автомобилей. Безопасность водителя и пассажиров напрямую зависит от его эффективной

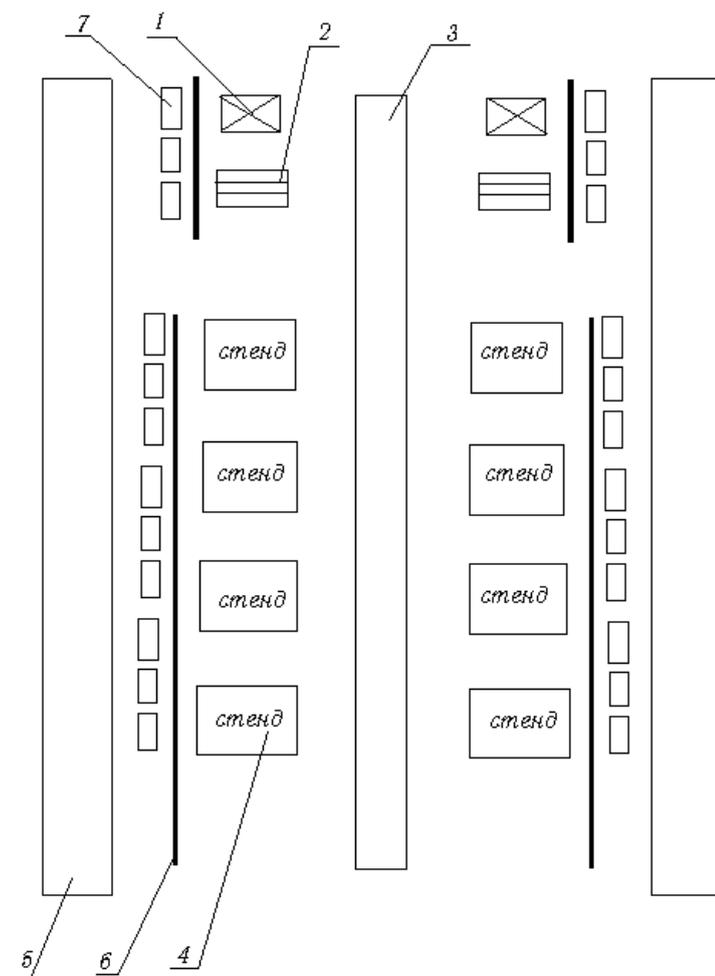
работы и хорошего состояния. Его основная функция - контролировать скорость автомобиля, нажимать на тормоза и останавливать его при необходимости. Автомобили - это не просто средство передвижения, а поистине феномен 20-го века. Автомобили - один из самых важных потребительских товаров в мире. Люди ежегодно тратят триллионы долларов на автомобили и постоянно думают о том, как доставить удовольствие своим четырем колесам. Мало того, что автомобили - это удивительная вещь, и современное общество без автомобилей невозможно себе представить, но никто не изобрел автомобиль, и никто не был идентифицирован, кто нарисовал планы всего автомобиля. Все части были собраны вместе по кусочкам, чтобы получился автомобиль, который мы знаем.

3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Монтаж привода передних колес планируется разместить на площадях ПАО "АВТОВАЗ" Тольятти. Система монтажа представляет собой линию конвейера с ленточным транспортером и монтажными стойками. План монтажной площадки представлен на рисунке 13.

Таблица 14 – Список технического оснащения для сборочного объекта

Номер поз. на схеме	Названия технического оснащения	Стадии исполняемые с использованием технического
1.	Пресовая установка с пневмо-приводом	1. Запрессовка шариков в деталь-корпус шарнира
2.	Зажимное механическое устройство	1. Установка датали-обоймы и сепаратора-шарикового в деталь-корпус КШРУСа.
3.	Специальный стол-установка для сборки приводных валов для ведущих-передних колес, установка для загрузки смазки в КШРУС. Отвертка-плоская. Отвертка-крестовая. Кувалда слесарная стальная по ГОСТ 2311-67. Щипцы установки хомута.	1. Загрузка смазки. 2. Установка стопорного кольца. 3. Установка чехла-КШРУСа. 4. Установка КШРУСов на вал. 5. Выпуск избыточного воздуха из чехлов-КШРУСов. 6. Монтаж хомутов.



1 - Пресовая установка с пневмоприводом, 2 - Зажимное механическое устройство, 3 -
 Линия сборки конвейерно-ленточного типа, 4 - Специальный стол-установка для сборки, 5 -
 Дорога для доставки боксов для запчастей,
 6 - Отражающий забор, 7 - Контейнер для запчастей

Рисунок 13 - Схема участка для сборки привода ведущих-передних колес а/м.

Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при выполнении операции сборки привода передних колес.

Механические отказы

Причины механических отказов на рабочем месте описаны следующие.

(а) Травма вследствие контакта руки с инструментом зажимных клещей.
 Несоблюдение инструкций по технике безопасности при работе на полностью исправном станке,

(б) Травмы, вызванные падением деталей. Маловероятны при

соблюдении мер предосторожности. Для снижения риска получения данной травмы рекомендуется одновременно работать только с одним узлом, собранные узлы помещать в контейнеры, а детали и узлы, подлежащие сборке, помещать в отдельные контейнеры,

(с) Травмы, вызванные контактом рук с шариковым прессом. Для предотвращения этой травмы рекомендуется предусмотреть защитную крышку или использовать двухкнопочную систему управления, при которой устройство отключается при отпускании хотя бы одной кнопки,

(d) Травмы, полученные в результате контакта с движущимися частями конвейера. Во избежание этого рекомендуется закрывать приводной механизм конвейера защитным кожухом.

Шум.

Источники шума

а) Работающее оборудование шарового пресса; шум гомофонный и прерывистый,

(b) молотки; шум прерывистый,

(с) Шум от приводного механизма конвейера. Рекомендуется подавлять шум с помощью звукоизоляции.

Уровень звукового давления должен соответствовать требованиям Санитарного кодекса допустимых уровней шума на рабочих местах (утв. Минздравом СССР № 3223-85 от 12 марта 1985 г.), как показано в таблице 15.

Таблица 15 -Допустимые уровни звукового давления и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий

Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентный уровень звука, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Уровень шума на рабочем месте следует проверять не реже одного раза в год.

Предотвращение шума:

Профилактика шума: - Измените направление шума,

-Рационально спроектировать рабочее место,

поддержание акустических пространств (обработка звукопоглощающими материалами, установка звукопоглощающих материалов),

-Уменьшение шума на пути распространения шума (звукоизолированное помещение, звукоизоляция); 3.2.3.

Вибрация

Источником вибрации является рабочий механизм. Стол с его элементами должен быть установлен на резиновых демпфирующих прокладках. Механизмы привода конвейера должны быть изолированы от вибрации полом помещения.

Ионизирующее излучение

Не должно быть источников ионизирующего излучения.

Климатические условия.

В помещении должны поддерживаться температура, относительная влажность и скорость ветра

а) Лето (среднесуточная температура выше +10°C): температура воздуха +20-22°C, относительная влажность 40-60%, скорость ветра не более 0,4 м/сек,

б) зимой (среднесуточная температура ниже +10°C): температура

воздуха +17-19°C, относительная влажность 40-60%, скорость ветра не более 0,3 м/с.

Промышленное освещение внутри помещений представляет собой сочетание естественного освещения (с крыш) и искусственного освещения (светильники общего освещения (люминесцентные) и местного освещения). Светильники общего освещения располагаются в два ряда по две лампы в каждом, с расстоянием между рядами около 1,3 м, расстоянием между рядами около 5 м и высотой подвеса ламп около 5 м.

Электротравма

Электротравма может произойти в случае неисправности в цепи освещения или в механическом оборудовании. Исходя из риска поражения электрическим током, данное помещение относится к категории 2 - помещение с высоким риском. Это связано с тем, что нельзя исключить возможность одновременного контакта с металлическими элементами заземленного технического оборудования (металлические строительные конструкции) и металлическими корпусами электрооборудования. Во избежание поражения электрическим током необходимо предусмотреть заземление электрооборудования. В качестве меры обеспечения электробезопасности электроустановки на напряжение до 1000 В должны быть сгруппированы с изолированной нейтралью. К техническим мерам по предотвращению поражения электрическим током относятся.

Опасные и вредные производственные факторы в таблице 16.

Таблица 16 - Опасные и вредные производственные факторы

Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор.
Движущиеся детали машин и механизмов	а) травмы при контакте руки с рабочим органом клещей для установки хомутов; б) травмы при падении деталей; в) травмы при контакте руки с приспособлением для запрессовки шариков. г) травмы при контакте с движущимися элементами конвейера. д) травмы при столкновении с погрузчиком
Повышенный уровень шума, 99 дБ.	а) работающее приспособление для запрессовки шариков; б) молоток, на операции когда устанавливаются шарниры на вал; в) шум механизмов привода конвейера
Повышенный уровень напряжения в электрической сети, 380 В.	Проводка освещения или механизмов и приспособлений.
Напряжение зрительных анализаторов	Все виды ручного труда при сборке привода передних колес.
Повышенная запыленность и загазованность	На производстве используются погрузчики
Монотонность труда	Использования ручного труда на операциях общей сборки привода передних колес.

Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке.

1. Организационные меры

Охрана труда требует, чтобы рабочие и служащие были информированы о безопасности и охране труда,

"пожаротушении" и других правилах охраны труда.

Существуют различные виды инструктажей:

- Вновь поступающие на работу, операторы, бывшие студенты и ученики, поступающие в качестве подмастерьев, всегда должны проходить первичный инструктаж. Это обучение проводит инженер по охране труда и технике безопасности.

- Первичный инструктаж проводится во всех компаниях, например, для новых сотрудников, при переходе из одного отдела в другой или во время командировки.

- Повторное обучение проводится не менее чем через шесть месяцев. Цель этого обучения - напомнить сотрудникам о правилах техники безопасности и разобрать конкретные нарушения в работе магазина и компании.

- Обучение проводится в следующих ситуациях: изменения в технических процедурах, изменения в правилах безопасности труда, внедрение нового оборудования, травмы, несчастные случаи, взрывы и пожары, вызванные несоблюдением работником требований безопасности труда, остановка работы, работа, требующая дополнительных требований безопасности труда в течение 30 календарных дней и в течение 60 календарных дней для других работ.

Важное значение для обеспечения охраны труда имеет подбор специалистов с целью выявления тех, кто в силу своих физических и антропометрических характеристик не подходит для участия в определенных процедурах.

Кроме того, рабочие и служащие должны соблюдать правила техники безопасности на рабочем месте и установленные требования по эксплуатации оборудования и использования средств индивидуальной защиты.

Рабочее время: с 07:00 до 15:45 с перерывом на обед с 11:00 до 11:45.

График работы: пять рабочих дней в неделю, закрыт в субботу и воскресенье.

Для обеспечения хорошей производительности и сохранения здоровья профессиональных пользователей необходимо предусмотреть контрольные перерывы в течение рабочей смены. Полевому персоналу должен быть предоставлен контрольный перерыв в течение 2 часов после начала рабочей смены и перерыв для приема пищи в течение 1,5-2,0 часов каждые 15 минут или каждые 10 минут после одного часа работы с учетом категории и тяжести работы.

Во время контрольных перерывов следует применять минуты полной физической нагрузки или физического отдыха, во время которых устраняется низкое нервно-эмоциональное напряжение, последствия утомления от зрительного анализа, низкой физической подготовки и низкого физического состояния и предупреждается наступление последующего утомления. Для этого следует оборудовать специальную комнату психологической релаксации.

2. Проектная деятельность

1. Использование проектного оборудования должно соответствовать требованиям действующих нормативных документов и настоящих правил и обеспечивать стабильное функционирование технического процесса

2. использование строительного оборудования, сырья, материалов, деталей, комплектующих, запасных частей, машин, готовой продукции, отходов производства и упаковки в производственных помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала

3. расстояние между узлами оборудования и между оборудованием и стенами зданий, сооружений и производственных помещений должно соответствовать действующим требованиям к качеству инженерного проектирования, строительным нормам и правилам

4 . Планировка лаборатории и перестановка существующей технологии эксплуатации оборудования должны быть отражены в техническом проекте. Технические чертежи вновь строящихся объектов и лабораторий, участков и категорий должны быть утверждены местными

органами государственного санитарного и пожарного надзора.

5. Следует учитывать компоновку строительного оборудования, конфигурацию транспортных коридоров и распределение узлов, деталей, запасных частей и рабочих материалов. Ширина прохода должна определяться в соответствии с размерами перевозимых грузов; и

5. перевозиться транспортными средствами в соответствии с действующими правовыми нормами.

6. Ширина основного рабочего прохода должна определяться с учетом габаритов ремонтного оборудования и обрабатываемых грузов.

7. работы, подъездные пути, пешеходные дорожки и оборудование должны содержаться свободными от материалов, узлов, запасных частей, строительного мусора и тары, которые собираются вилочными погрузчиками и удаляются с помощью обычного оборудования

8. работа должна обеспечивать комфортные условия труда, свободу передвижения, минимальное физическое напряжение и безопасную и эффективную рабочую среду

9. инструменты, оборудование и узлы должны храниться в непосредственной близости от рабочей зоны. Предметы, которые необходимо держать левой рукой, следует держать правой, а принадлежности (держатели инструментов, полки и т.д.) размещать на этом основании.

10. Материалы, компоненты, узлы и рабочие продукты должны располагаться на полках для устойчивости и удобства удержания при использовании тренажера.

11. Стойки должны иметь жесткую и прочную конструкцию и регулироваться по рабочей высоте с помощью фиксирующих стоек или подставок для ног. 12. Для защиты находящихся поблизости людей от возможных травм из-за летящего материала во время работы должен быть установлен защитный экран с минимальной высотой 750 мм и размером ячеек 3 мм или менее.

12. Установка радиаторов, труб и т.д. должна производиться

только во время монтажа радиаторов, труб и т.д.

3. технические меры

Эффективным способом обеспечения чистоты и приемлемых параметров на рабочем месте является вентиляция, т.е. удаление из отапливаемого помещения загрязненного и нагретого приточного воздуха, т.е. свежего воздуха. В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляцию можно разделить на естественную (проветривание, вентиляция), механическую и комбинированную.

Искусственное (механическое) движение воздуха осуществляется регулярно, когда необходимо контролировать местный микроклимат, а естественное движение воздуха регулируется (ветер).

Тепловые экраны используются для защиты людей от теплового излучения при наличии в рабочем помещении устройств или зон, излучающих тепло с интенсивностью, превышающей норму.

Освещение должно быть предусмотрено таким образом, чтобы в помещении имелась комбинированная система освещения, обеспечивающая достаточное естественное освещение с искусственным освещением. В помещении также должно быть освещение для работы, общего рабочего процесса, движения людей и транспорта, что необходимо во всех помещениях.

Безопасное передвижение рабочих по территории объекта должно обеспечиваться бамперами.

Для борьбы с вибрацией на производстве используется процесс гашения вибрации. Этот процесс основан на поддержании низкого уровня вибрации защищаемого объекта путем преобразования энергии механических колебаний вибрационной системы в тепловую энергию. Потери энергии в системе увеличиваются за счет использования материалов с высоким внутренним трением, таких как резина, пластик, дерево, нейлон, сплавы с добавлением никеля, меди и магния в качестве структурных элементов, а также за счет добавления к вибрирующей поверхности слоя упруго-вязкого материала с высокой потерей

внутреннего трения. Другим методом гашения вибрации является установка оборудования на фундамент.

В качестве шумового барьера на строительной площадке используются средства индивидуальной защиты (наушники, беруши).

4. Средства индивидуальной защиты

Рекомендуется использовать хлопчатобумажную спецодежду, трикотажные перчатки, беруши (или наушники) и специальную обувь.

5. Руководство по эксплуатации для монтажников MSR.

Общие условия.

К самостоятельной работе на оборудовании допускаются лица, прошедшие следующие испытания

- Первоначальная подготовка

- Осведомленность о мерах по предотвращению пожара

- Первоначальный инструктаж на рабочем месте (ОТ),

- 1. обучение по электробезопасности и охране труда для проверки соответствия его содержания.

- 2. должно быть доступно для работников:

- Переподготовка по охране труда не реже одного раза в три месяца,

- 3. предварительное уведомление: при изменении технических процедур или правил охраны труда; при замене или модернизации производственных помещений, оборудования или инструментов; при изменении правил или инструкций по охране труда; при нарушении инструкций по охране труда; при уходе в отпуск более чем на 60 календарных дней,

- 2. медицинский осмотр на временных рабочих местах - один раз в год

- 3. работники обязаны:

- Работники должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные в компании,

- соблюдать требования настоящей Директивы, Директивы о мерах

пожарной безопасности и Директивы о мерах электробезопасности; 4.

- требования к эксплуатации оборудования,
- использовать и намереваться защищать оборудование с помощью предусмотренных средств индивидуальной защиты.

4. Оператор должен уметь

- уметь оказывать первую помощь (доврачебную) лицам, пострадавшим в результате несчастных случаев,
- знать расположение средств первой помощи, основных средств пожаротушения, основных выходов, аварийных выходов и путей эвакуации в случае аварии или пожара; и
- выполнять только порученную им работу и не передавать ее другим лицам без разрешения руководителя или бригадира,
- проявлять внимательность и осторожность, находясь на рабочем месте, не допускать посторонних на рабочее место, обращать внимание на других или на тех, кто занят работой; и
- содержать рабочее место в чистоте.

5. Работники должны знать и соблюдать правила личной гигиены.

Принимать пищу, курить и заниматься другими видами деятельности только в специально отведенных местах и помещениях. Воду следует употреблять только в специально отведенных местах.

3.2 Безопасность на объекте во время аварийных и чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайные ситуации, представляющие угрозу для жизни, здоровья, общественного имущества, экономики или окружающей среды. Первоначально разрабатываются технические и организационные меры, направленные на снижение вероятности столкновения современных технологических систем с их потенциальной опасностью.

Для этого на технические системы устанавливаются противовзрывные и противопожарные щиты.

Во-вторых, должны быть разработаны детальные сценарии возникновения и вероятности аварий и катастроф в определенное время

- Утверждение мероприятий в категории пожарного риска - "б" - противопожарные мероприятия.

- По категории безопасности партии - 2. Указаны в категории (помещения повышенной опасности). Описаны меры по предотвращению поражения электрическим током и аварийные меры в производственных помещениях.

«Общие положения и область применения» [4]

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.» [4]

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.» [4]

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. » [4]

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. » [4]

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. » [4]

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".»[4]

15. «Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. » [4]

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. » [4]

«Нормативные ссылки» [4]

17. «Закон РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом

благополучия населения".»[4]

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. » [4]

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. » [4]

«Термины и определения» [4]

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. » [4]

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. » [4]

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

23. «Теплый период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}$ С. » [4]

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. » [4]

25. «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность,

скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в °С. » [4]

«Общие требования и показатели микроклимата» [4]

26. «Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. » [4]

27. «Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.» [4]

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. » [4]

«Оптимальные условия микроклимата» [4]

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. » [4]

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.» [4]

31. «Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.» [4]

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.» [4]

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;

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

Нарушение требований пожарной безопасности - невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности;

противопожарный режим - требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной безопасности;

меры пожарной безопасности - действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности;

пожарная охрана - совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ.» [4]

Вывод

В ходе раздела были выявлены ОВПФ на рабочем месте по сборке разрабатываемого узла, а также предприняты меры по обеспечению безопасных условия труда в рабочей зоне. При соблюдении всех мер безопасности участок сборк можно считать безопасным для рабочих, которые трудятся на данном участке.

4 Экономическая эффективность проекта

Параметры производительности инвестиционного проекта - это чистый дивиденд, дисконтированный чистый дивиденд, внутренняя норма прибыли, норма прибыли на капитал и трудовые затраты и период прибыльности инвестиционного проекта. Чистая прибыль является результатом денежных потоков проекта и рассчитывается как сумма притоков и оттоков денежных средств за период реализации проекта. Если учитывается только ставка дисконтирования, то дисконтированная чистая прибыль остается неизменной. Вторая формула для расчета дисконтированной чистой прибыли - это чистая прибыль проекта, то есть чистая прибыль после амортизации минус стоимость капитала проекта. Следующим показателем является внутренняя норма доходности, которая оценивается для того, чтобы инвесторы могли определить эффективность проекта на ранней стадии, и рассчитывается как значение внутренней нормы доходности E_i или E относительно ставки дисконтирования, когда дисконтированная чистая выплата устанавливается равной нулю.

Если внутренняя норма доходности выше ставки дисконтирования, чистый дисконтированный доход положителен, что свидетельствует о состоятельности инвестиционного проекта; если внутренняя норма доходности ниже ставки дисконтирования, чистый дисконтированный дивиденд инвестиционного проекта отрицателен, что свидетельствует о нежизнеспособности инвестиционного проекта. Следующий показатель - норма прибыли проекта. Существует два вида нормы прибыли: коэффициент затрат и норма прибыли на инвестиции. Коэффициент эффективности/затрат рассчитывается как отношение чистых затрат на проект к его чистым результатам. Рентабельность инвестиций обычно рассчитывается путем деления P_d на дисконтированные капитальные вложения в проект плюс один. Следующий показатель - срок окупаемости проекта. Это период между началом реализации проекта и окупаемостью инвестиций, т.е. период (в зависимости от типа периода окупаемости), в течение которого общий

чистый отложенный приток денежных средств, дисконтированный или недисконтированный, превышает капитал, инвестированный в проект. Различают дисконтированные периоды амортизации и недисконтированные или простые периоды амортизации, при этом недисконтированные кумулятивные притоки денежных средств рассчитываются или включаются в расчет дисконтированных периодов амортизации, а недисконтированные притоки денежных средств - в расчет простых периодов амортизации.

Срок окупаемости проекта - это не ключевой показатель эффективности, а ограничение, которое существует или учитывается для проекта, поэтому оно должно присутствовать во всех случаях оценки проекта и, в принципе, должно учитываться в будущем при правильном определении дисконтированного срока окупаемости денежных потоков проекта. могут быть учтены при использовании

Однако основные параметры для расчета продуктивности инвестиционного проекта характеризуются двумя критериями: чистый дисконтированный дивиденд и доходность инвестиций, т.е. эти два критерия позволяют сделать выводы об успешности или неуспешности инвестиционного проекта. Если чистая приведенная стоимость проекта не отрицательна, т.е. больше нуля, а норма прибыли больше единицы, проект считается эффективным и рекомендуется к реализации.

Исходные данные для расчета в таблице 17. Расчетные данные в таблицах 18, 19, 20.

«4.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Таблица 17 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>V_{год.}</i>	шт.	100000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>E_{соц.н.}</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>E_{обзав.}</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>E_{ком.}</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>E_{обор.}</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>K_{тзр.}</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>E_{цех.}</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>E_{инстр.}</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>K_{рент.}</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>K_{вып.}</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>K_{прем.}</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>K_{вот.}</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>C_{p5}</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>C_{p6}</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>C_{p7}</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталобразующих инвестиций	<i>K_{инв.}</i>	%	0,19

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле: [8]

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

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

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

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

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

«Таблица 18 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	0,7	101,85
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,1	52,10
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	0,85	110,56
Бронза (отходы)	кг	3,1	1,52	4,71
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	0,3	40,42
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	1,23	5,78
Итого				315,41
<i>Ктзр</i>		1,45		4,57
<i>Квот</i>		1		3,15
Всего				323,14

$M = 323,14$ руб.

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma\Pi_i = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр}/100 \quad (70)$$

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

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

Таблица 19 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Кожух защитный	шт.	85,11	2	170,22
Гайка	шт.	53,21	1	53,21
Хомут малый	шт.	9,8	2	19,60
Хомут	шт.	15,7	2	31,40
Сепаратор внутренний	шт.	133,52	1	133,52
Сепаратор внешний	шт.	157,84	1	157,84
Итого				565,79
<i>Ктзр</i>		1,45		8,20
Всего				573,99

$\Pi_i = 573,99$ руб.

Расчет статьи затрат "Основная заработная плата

$$Z_o = Z_t(1 + K_{прем}/100) \quad (71)$$

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

$$\langle Zm = Cp.i \cdot Ti \quad (72)$$

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

Ti – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 20 - Расчет затрат на выполнение операций [8]

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,90	95,29	85,76
Токарная	6	0,78	99,44	77,56
Фрезерная	5	0,55	95,29	52,41
Термообработка	7	0,23	103,53	23,81
Шлифовальная	5	1,20	95,29	114,35
Сборочная	7	1,32	103,53	136,66
Итого				490,55
$K_{прем}$		12		58,87
Всего				549,42

$$Zo = 549,42 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих

$$Z_{доп} = Zo \cdot K_{вып} \quad (73)$$

где - $K_{вып}$ - коэффициент доплат или выплат

$$Z_{доп} = 549,42 \cdot 0,14 = 76,92 \text{ руб.}$$

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

$$C_{соц.н.} = (Zo + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (74)$$

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

$$C_{соц.н.} = (549,42 + 76,92) \cdot 0,3 = 187,90 \text{ руб.}$$

"Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования"

$$C_{сод.обор.} = Zo \cdot E_{обор.} / 100 \quad (75)$$

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

$$\text{«Ссод.оборот.} = 549,42 \cdot 1,94 = 1065,87 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{цех} = Z_0 \cdot E_{цех} / 100 \quad (76)$$

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

$$C_{цех} = 549,42 \cdot 1,72 = 945,002 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку

$$C_{инстр.} = Z_0 \cdot E_{инстр.} / 100 \quad (77)$$

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

$$C_{инстр.} = 549,42 \cdot 0,03 = 16,48 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{цех.с.с.} = M + \Pi + Z_0 + C_{соц.н.} + Z_{доп.} + C_{сод.обор.} + C_{цех.} + C_{инстр.} \quad (78)$$

$$C_{цех.с.с.} = 323,14 + 573,99 + 549,42 + 187,90 + 76,92 + 1065,87 + 945,002 + 16,48 = 3738,73 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы:

$$C_{обзав.} = Z_0 \cdot E_{обзав.} / 100 \quad (79)$$

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

$$C_{обзав.} = 549,42 \cdot 1,97 = 1082,36 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{об.зав.с.с.} = C_{обзав.} + C_{цех.с.с.} \quad (80)$$

$$C_{об.зав.с.с.} = 1082,36 + 3738,73 = 4821,09 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{ком.} = C_{об.зав.с.с.} \cdot E_{ком.} / 100 \quad (81)$$

где - $E_{ком.}$ - коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов

$$C_{ком.} = 4821,09 \cdot 0,0029 = 13,98 \text{ руб. } \text{»[8]}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле: [8]

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (82)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 4821,09 + 13,98 = 4835,07 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (83)$$

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

$$\text{Цотп.б.} = 4835,07 \cdot (1 + 0,3) = 6285,59 \text{ руб.}$$

Сравнительная характеристика в таблице 21.

Таблица 21 - Сравнительная калькуляция себестоимости

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	355,46	323,14
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	631,39	573,99
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	549,42	549,42
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	76,92	76,92
Страховые взносы	<i>Соц.н.</i>	187,90	187,90
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1065,87	1065,87
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	945,00	945,00
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	16,48	16,48
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	3828,45	3738,73
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1082,36	1082,36
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	4910,80	4821,09
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	14,24	13,98
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	4925,05	4835,07
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	6402,56	6402,56»[8]

Расчет точки безубыточности.

«Определение переменных затрат:

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (84)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (85)$$

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = 355,46 + 631,39 + 549,42 + 76,92 + 187,90 = \\ = 1801,09 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = 323,14 + 573,99 + 549,42 + 76,92 + 187,90 = \\ = 1711,38 \text{ руб.}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (86)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (87)$$

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

$$Z_{\text{перем.б.}} = 1801,09 \cdot 100000 = 180108954,48 \text{ руб.}$$

$$\cdot 100000 = 171137593,37 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = 1711,38$$

Определение постоянных затрат:

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{собзав.}} + C_{\text{ском.}} \quad (88)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{собзав.}} + C_{\text{ском.}} \quad (89)$$

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = 1065,87 + 16,48 + 945,00 + 1082,36 + 14,24 = \\ = 3123,96 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = 1065,87 + 16,48 + 945,00 + 1082,36 + 13,98 = \\ = 3123,70 \text{ руб.}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (90)$$

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (91) \text{ »}[8]$$

$$\langle \text{Зпост.б.} = 3123,96 \cdot 100000 = 312395617,82 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпост.пр.} = 3123,70 \cdot 100000 = 312369600,87 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

$$\text{Ам.уд.} = (\text{Ссод.обор.} + \text{Синстр.}) \cdot H_A / 100 \quad (92)$$

где - H_A - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

$$\text{Ам.уд.} = (1065,87 + 16,48) \cdot 12 / 100 = 129,88 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot V_{\text{год}} \quad (93)$$

$$\text{Сполн.год.пр.} = 4835,07 \cdot 100000 = 483507194,24 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (94)$$

$$\text{Выручка} = 6402,56 \cdot 100000 = 640255943,98 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (95)$$

$$\text{Дмарж.} = 640255943,98 - 171137593,37 = 469118350,61 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (96)$$

$$\text{Акрит.} = 312369600,87 / (6402,56 - 1711,38) = 66586,52 \text{ руб.}$$

$$\text{Акрит.} = 66590 \text{ руб.} \text{ »[8]}$$

График точки безубыточности на рисунке 14.

«График точки безубыточности»

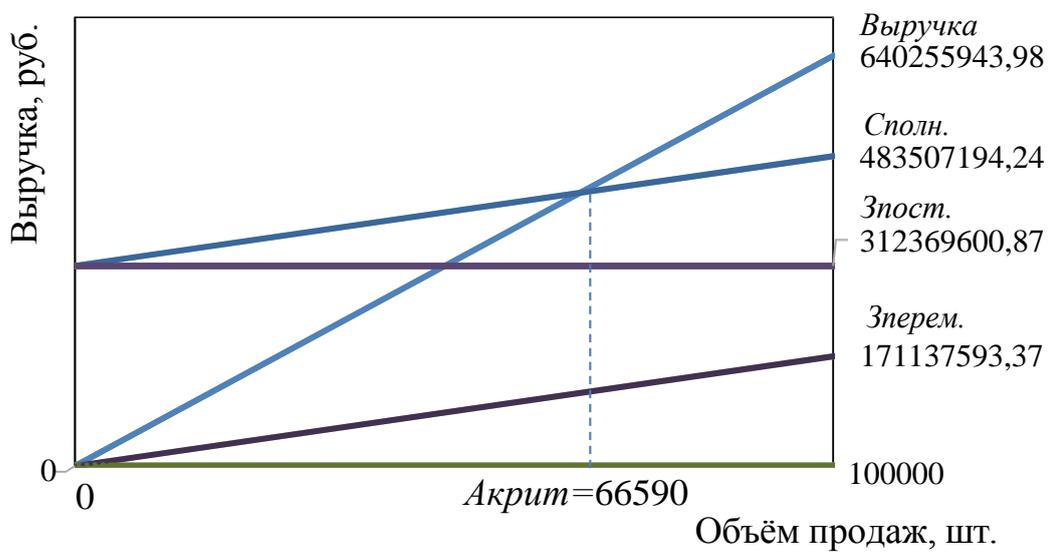


Рисунок 14 - График точки безубыточности.»[8]

Расчет коммерческой эффективности проекта.

$$\Delta = \frac{V_{\max} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (97)$$

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

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

n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = 6682 \text{ шт.}$$

Объем продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (98)$$

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

$$V_{\text{прод.}1} = 66590 + 1 \cdot 6682 = 73272 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 66590 + 2 \cdot 6682 = 79954 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 66590 + 3 \cdot 6682 = 86636 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 66590 + 4 \cdot 6682 = 93318 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 66590 + 5 \cdot 6682 = 100000 \text{ шт.}$$

Выручка по годам:

$$V_{\text{выручка.}i} = C_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (99)$$

$$V_{\text{выручка.}1} = 6402,56 \cdot 73272 = 469128335,27 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}2} = 6402,56 \cdot 79954 = 511910237,45 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}3} = 6402,56 \cdot 86636 = 554692139,63 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}4} = 6402,56 \cdot 93318 = 597474041,80 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}5} = 6402,56 \cdot 100000 = 640255943,98 \text{ руб. } \text{»[8]}$$

«Переменные затраты по годам

для базового варианта:

$$Зперем.б.i = Зперем.уд.б. \cdot Vпрод.i \quad (100)$$

$$Зперем.б.1 = 1801,09 \cdot 73272 = 131969433,12 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.2 = 1801,09 \cdot 79954 = 144004313,46 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.3 = 1801,09 \cdot 86636 = 156039193,80 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.4 = 1801,09 \cdot 93318 = 168074074,14 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.5 = 1801,09 \cdot 100000 = 180108954,48 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$Зперем.пр.i = Зперем.уд.пр. \cdot Vпрод.i \quad (101)$$

$$Зперем.пр.1 = 1711,38 \cdot 73272 = 125395937,42 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.2 = 1711,38 \cdot 79954 = 136831351,41 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.3 = 1711,38 \cdot 86636 = 148266765,40 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.4 = 1711,38 \cdot 93318 = 159702179,38 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.5 = 1711,38 \cdot 100000 = 171137593,37 \text{ руб.}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$Ам. = Ам.уд. \cdot Vгод \quad (102)$$

$$Ам. = 129,88 \cdot 100000 = 12988278,97 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам

для базового варианта:

$$Сполн.б.i = Зперем.б.i + Зпост.б \quad (103)$$

$$Сполн.б.1 = 131969433,12 + 312395617,82 = 444365050,94 \text{ руб.}$$

$$Сполн.б.2 = 144004313,46 + 312395617,82 = 456399931,28 \text{ руб. »[8]}$$

$$\text{«Сполн.б.3} = 156039193,80 + 312395617,82 = 468434811,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 168074074,14 + 312395617,82 = 480469691,96 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 180108954,48 + 312395617,82 = 492504572,29 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (104)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 125395937,42 + 312369600,87 = 437765538,29 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 136831351,41 + 312369600,87 = 449200952,28 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 148266765,40 + 312369600,87 = 460636366,27 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 159702179,38 + 312369600,87 = 472071780,25 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 171137593,37 + 312369600,87 = 483507194,24 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (105)$$

$$\text{Пр.обл.1} = (469128335,27 - 437765538,29) - (469128335,27 - 444365050,94) = 6599512,65 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = (511910237,45 - 449200952,28) - (511910237,45 - 456399931,28) = 7198979,00 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = (554692139,63 - 460636366,27) - (554692139,63 - 468434811,62) = 7798445,35 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = (597474041,80 - 472071780,25) - (597474041,80 - 480469691,96) = 8397911,70 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = (640255943,98 - 483507194,24) - (640255943,98 - 492504572,29) = 8997378,05 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (106)$$

$$\text{Нпр.1} = 6599512,65 \cdot 0,20 = 1319902,53 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 7198979,00 \cdot 0,20 = 1439795,80 \text{ руб.} \text{ »[8]}$$

$$\langle \text{Нпр.3} = 7798445,35 \cdot 0,20 = 1559689,07 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.4} = 8397911,70 \cdot 0,20 = 1679582,34 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.5} = 8997378,05 \cdot 0,20 = 1799475,61 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (107)$$

$$\text{Пр.ч.1} = 6599512,65 - 1319902,53 = 5279610,12 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.2} = 7198979,00 - 1439795,80 = 5759183,20 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.3} = 7798445,35 - 1559689,07 = 6238756,28 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.4} = 8397911,70 - 1679582,34 = 6718329,36 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.5} = 8997378,05 - 1799475,61 = 7197902,44 \text{ руб.}$$

Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла, конструкции.

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (108)$$

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

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 150000 \text{ циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 6402,56 \cdot 150000 / 100000 - 6402,56 = 3201,28 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Vпрод.}i \quad (109)$$

$$\text{ЧД1} = 5279610,12 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 73272 = 252832056,73 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД2} = 5759183,20 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 79954 = 274702580,89 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД3} = 6238756,28 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 86636 = 296573105,06 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД4} = 6718329,36 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 93318 = 318443629,23 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД5} = 7197902,44 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 100000 = 340314153,40 \text{ руб} \gg [8]$$

«Дисконтирование денежного потока

$$\alpha_{ii} = 1/(1 + Ecm.i)t \quad (110)$$

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

t - год приведения затрат и результатов

$$Ecm. = 10 \%$$

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

$$ДСПи = ЧДи \cdot \alpha_i \quad (111)$$

$$ДСП1 = 252832056,73 \cdot 0,909 = 229824339,56 \text{ руб.}$$

$$ДСП2 = 274702580,89 \cdot 0,826 = 226904331,82 \text{ руб.}$$

$$ДСП3 = 296573105,06 \cdot 0,751 = 222726401,90 \text{ руб.}$$

$$ДСП4 = 318443629,23 \cdot 0,863 = 274816852,02 \text{ руб.}$$

$$ДСП5 = 340314153,40 \cdot 0,621 = 211335089,26 \text{ руб.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (112)$$

$$\begin{aligned} \Sigma ДСП = & 229824339,56 + 226904331,82 + 222726401,90 + \\ & + 274816852,02 + 211335089,26 = 1165607014,57 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (113)$$

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

$$\begin{aligned} J_0 = & 0,19 \cdot (437765538,29 + 449200952,28 + 460636366,27 + \\ & + 472071780,25 + 483507194,24) = 437604547,95 \text{ руб.} \text{ »[8]} \end{aligned}$$

«Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (114)$$

$$ЧДД = 1165607014,57 - 437604547,95 = 728002466,61 \text{ руб.}$$

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (115)$$

$$JD = 728002466,61 / 437604547,95 = 1,66$$

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (116)$$

$$Токуп. = 437604547,95 / 728002466,61 = 0,60$$

График прибыли на рисунке 15.

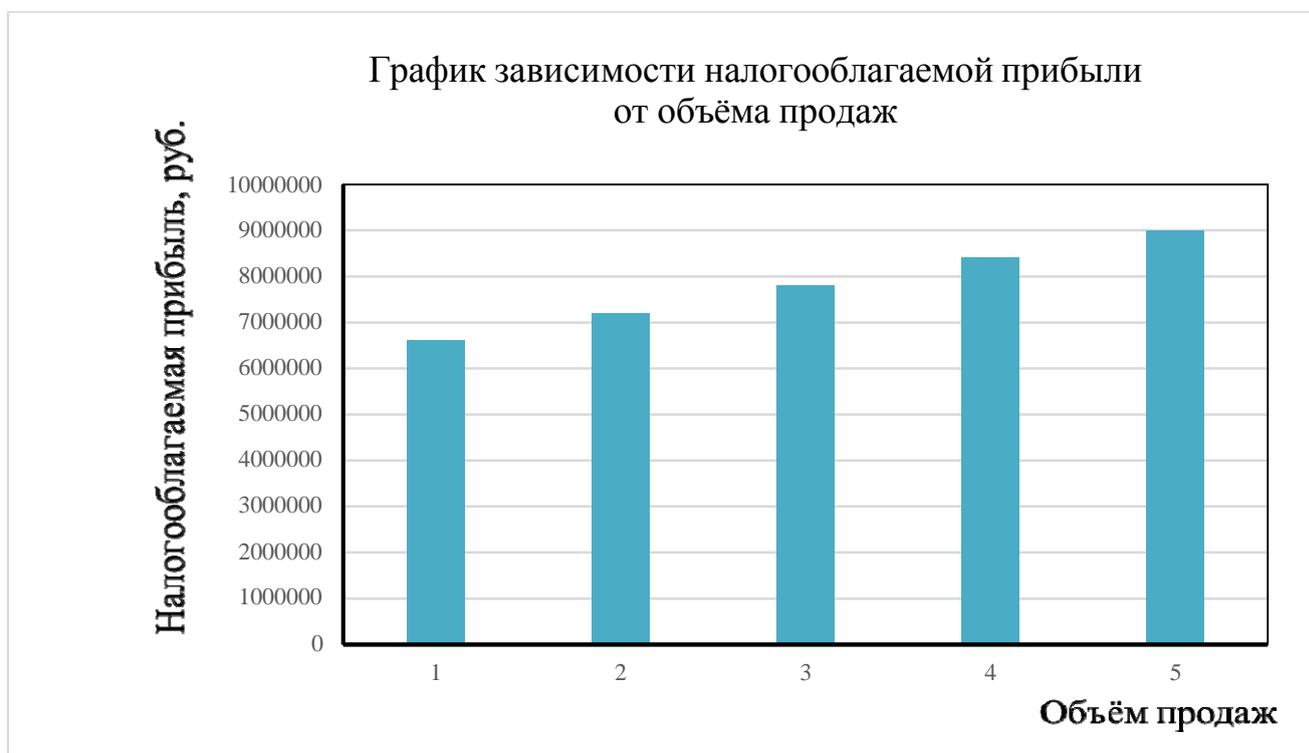


Рисунок 15 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объёма продаж»[8]

Выводы и рекомендации

Серия этапов проектирования увеличивает ресурсы проектируемой единицы транспортного средства и одновременно создает положительный экономический эффект $ID = 1,66$. На каждом этапе оценивается целесообразность и эффективность альтернативных технологий и технологических решений и выбирается наилучшее. На каждом этапе принимается окончательное решение для системы в целом. В этом случае каждый этап можно представить как серию последовательных шагов, каждый из которых состоит из соответствующих действий.

Были рассчитаны экономические показатели внедрения в серийное производство разработанных единиц транспортных средств, и было установлено, что стоимость разработанного варианта транспортного средства ниже, чем стоимость базового автомобиля, и что увеличение ресурсов для разработанного дизайна приведет к увеличению продаж, что является положительным экономическим показателем. Поэтому были рассчитаны социальные выгоды от планируемого дизайна и ожидаемые выгоды от запуска дизайна в производство.

Чистая выгода, после дисконтирования, от внедрения усовершенствованных узлов автомобиля составляет 728002466,61 рублей.

Срок окупаемости проекта составляет 0,6 года, что означает, что проект имеет минимальные риски. Срок окупаемости зависит от эффективности производства и продаж. Если производство увеличивается, то срок окупаемости будет короче. Это связано с тем, что для увеличения объемов производства требуется больше оборудования и площадей, что увеличивает производственные затраты. Полученные результаты могут быть использованы для разработки систем контроля экологических параметров автомобиля и совершенствования систем управления двигателем.

Заключение

В результате анализа аналогов проектной конструкции автомобиля, сравнения этапов проектирования проекта с ближайшими вариантами и технической обработки возможностей производства была выбрана форма, наилучшим образом сочетающая решение всех вышеперечисленных задач. Проектируемый вариант конструкции, рассмотренный в данной диссертации, предлагает наименьшую техническую сложность при производстве всех основных задач модернизации.

В экономических расчетах проектируемая конструкция установки имеет явные преимущества по потребительским и эксплуатационным характеристикам с учетом всех рассмотренных аспектов: сравнение капитальных затрат. Дальнейшее улучшение характеристик потребления может быть достигнуто за счет использования новейших строительных материалов и последних технологических разработок в этой области. Благодаря большому опыту конструкторского отдела, накопленному при разработке данной конструкции, предусматривается появление новых технологических решений в модернизированном и будущем автомобиле ВАЗ.

Целью данной дипломной работы являлась модернизация трансмиссии для улучшения ходовых качеств при сохранении общей конструктивной схемы и минимизации изменений в конструкции трансмиссии. Эта цель была достигнута путем внедрения блокировки дифференциала на приводе передних ведущих колес для улучшения управляемости автомобиля. Блокировка дифференциала приводится в действие электромагнитом, который блокирует дифференциал. Учитывая вышесказанное, конструктивные и технические решения, принятые в данном проекте, позволят улучшить общие технические параметры автомобиля, а именно привлекательность и конкурентоспособность автомобиля для потребителя.

Список используемых источников

1. Васильев Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
2. Черепанов Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
3. Кисуленко Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
4. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Егоров А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - Тольятти 1988. - 35 с.
7. Горина Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Куклин Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. Кузнецов Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Гришкевич А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
12. Малкин В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
13. Лысов М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение, 1972.–233 с.

14. Осепчугов В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
15. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-73бс.
16. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
17. Раскин А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
19. Фчеркан Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан;. - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
20. Чайковский И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин;. - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Duna Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. - International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.
22. Jan Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. - 37s.
23. Lucian Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.
24. Dainius Luneckas. Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Luneckas, Dainius. Bartulis, Vilius;. - Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
25. Catalin Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.

Приложение А

Графики тягово-динамического расчета

Внешняя скоростная характеристика

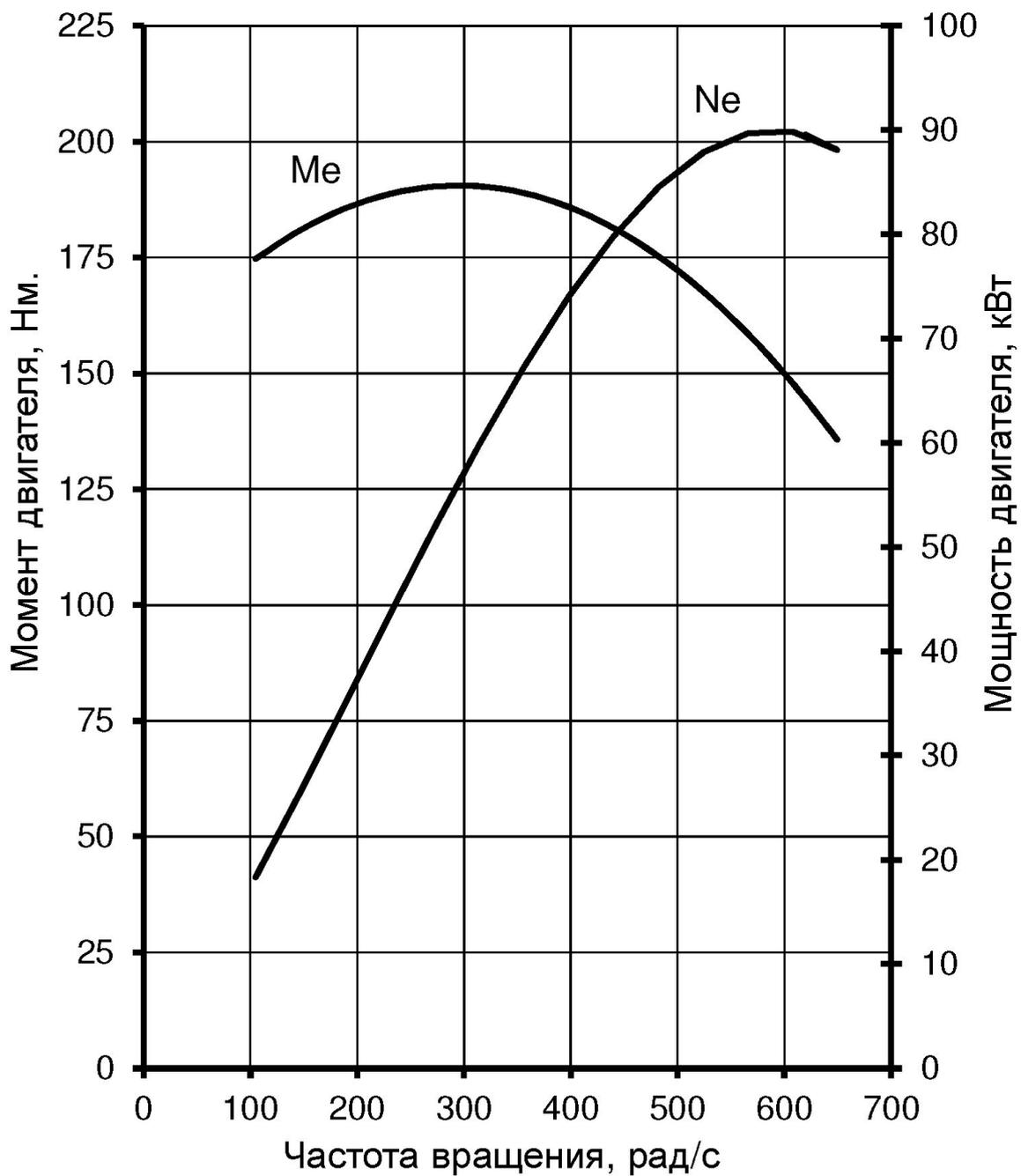


Рисунок А.1 - Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

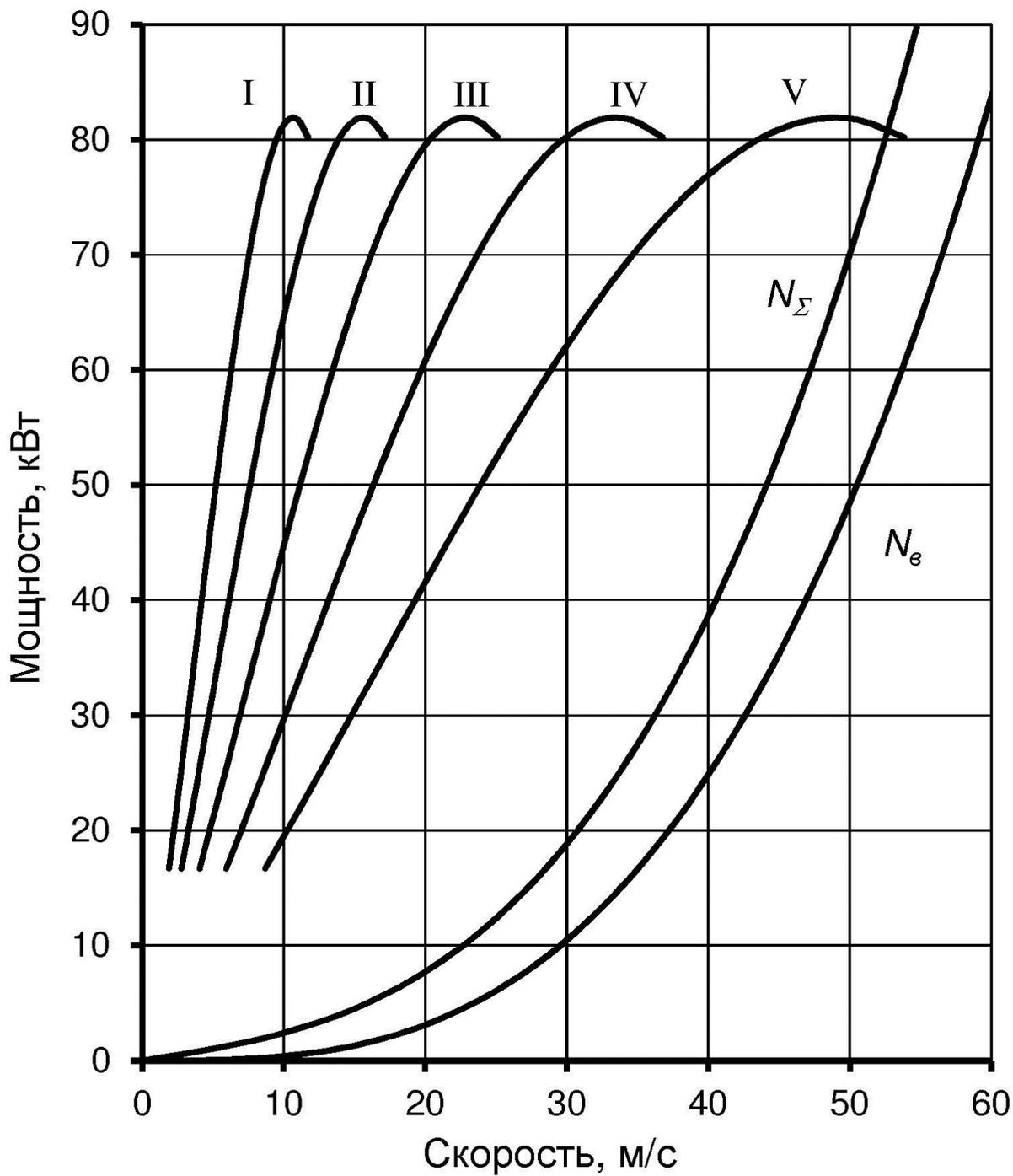


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

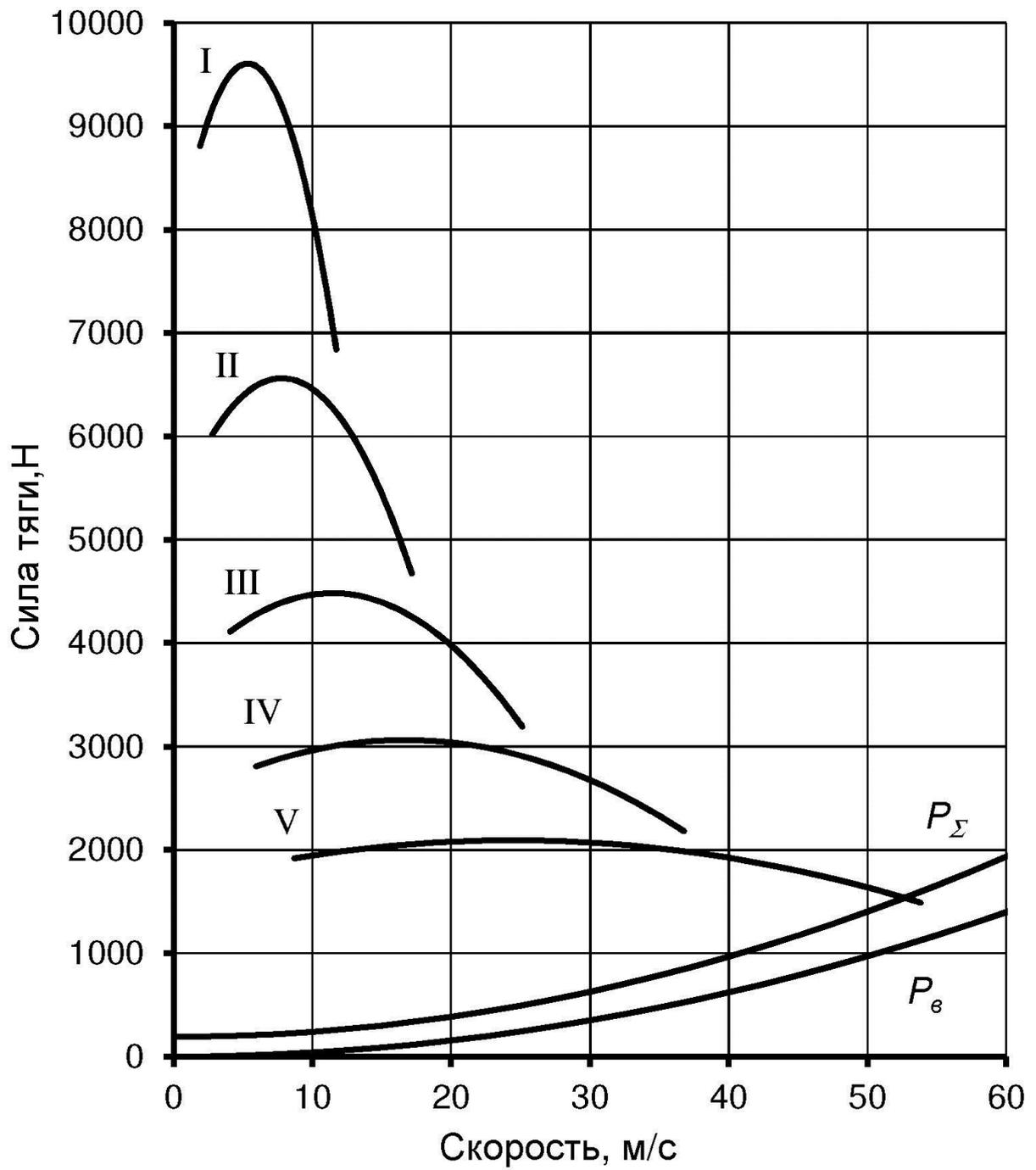


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

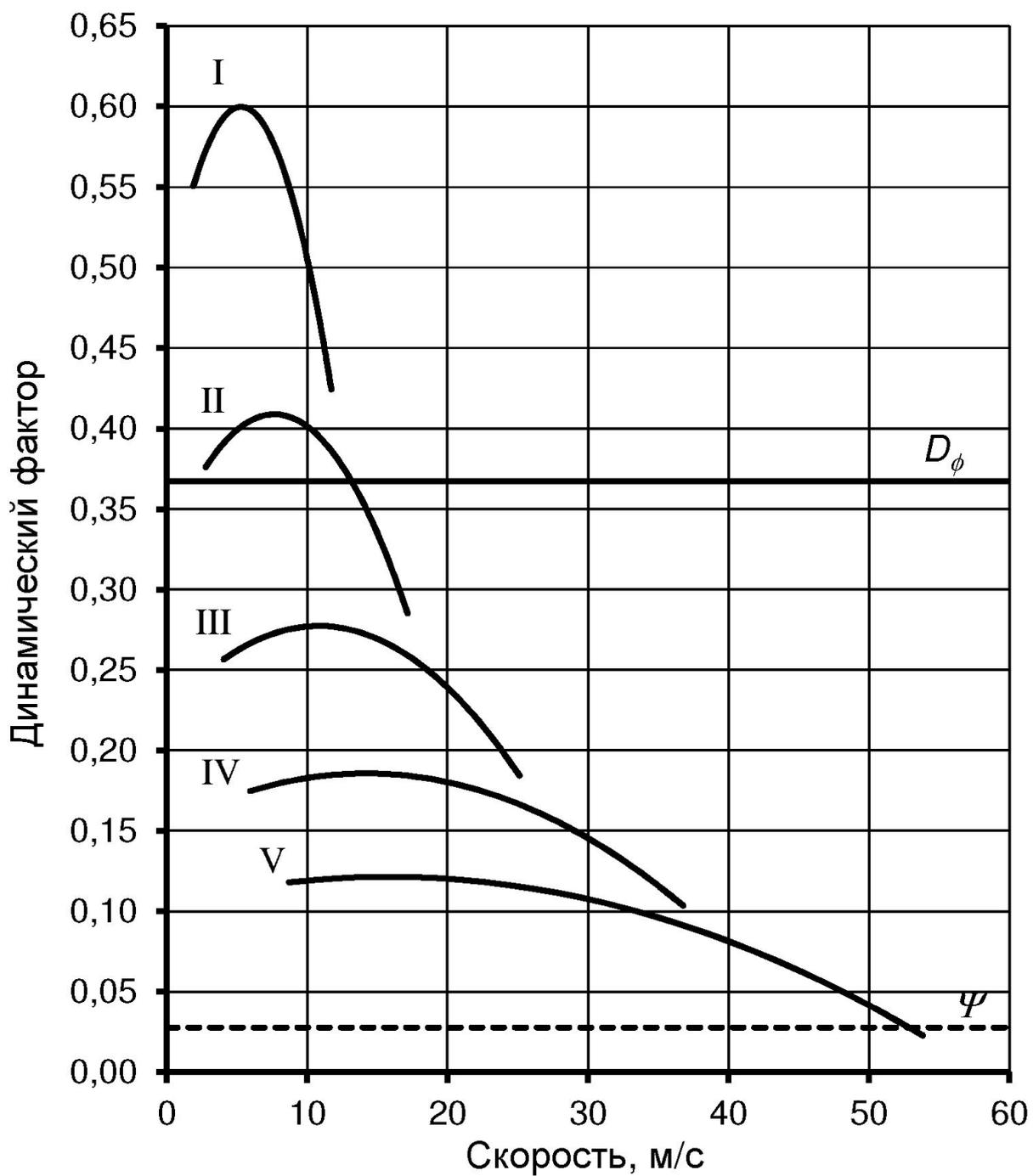


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

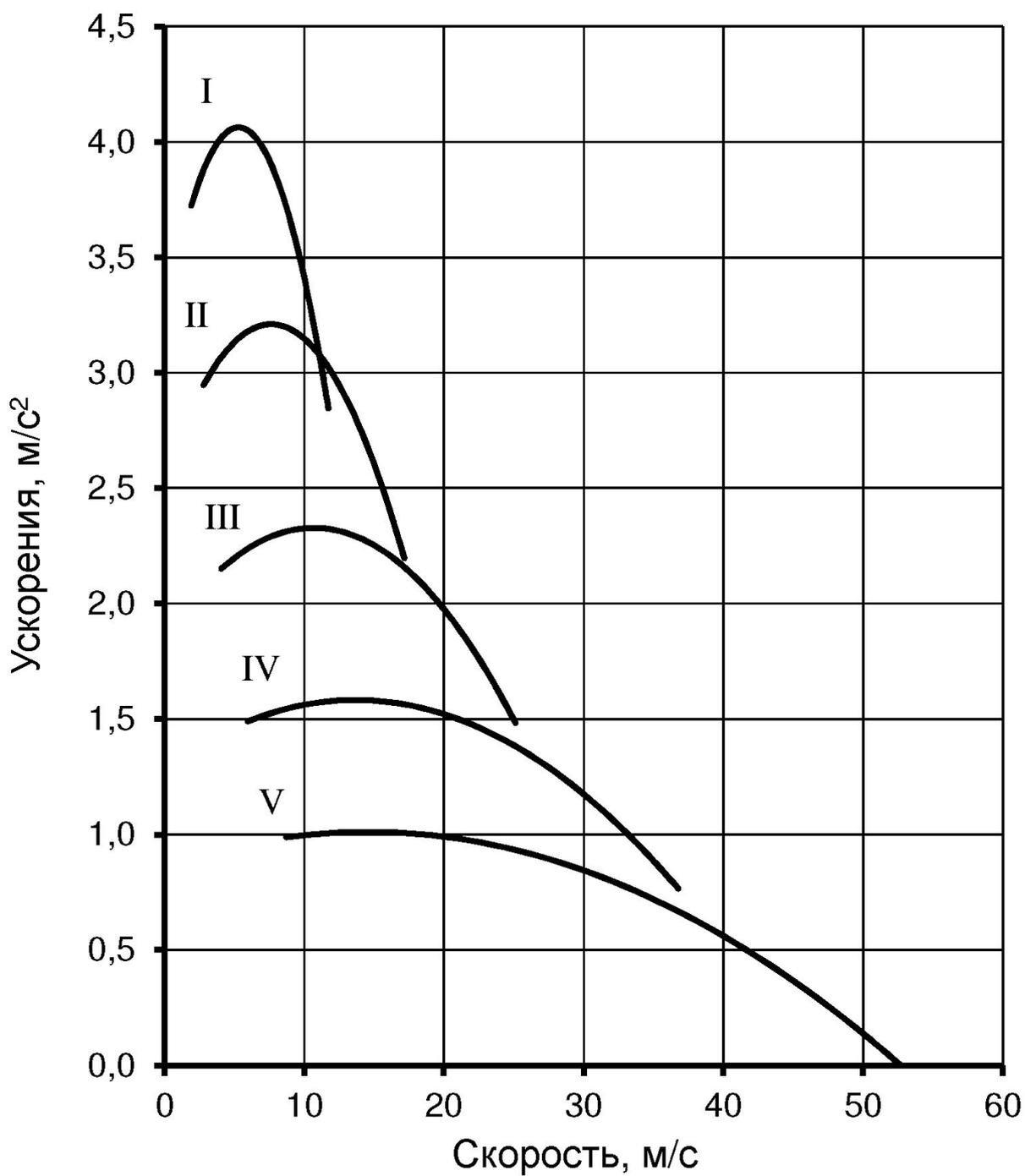


Рисунок А.5 – Ускорение на передачах

Время разгона

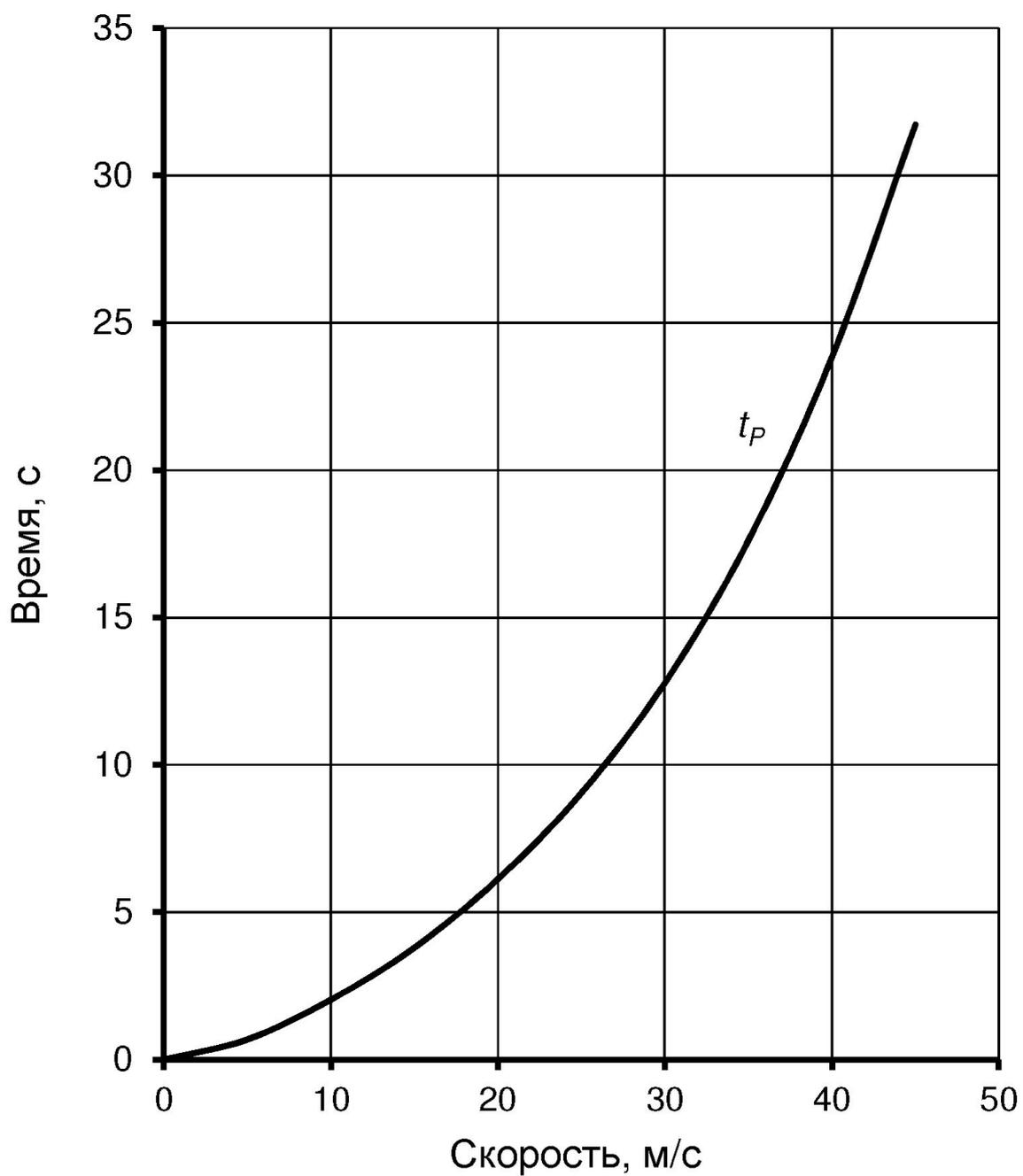


Рисунок А.6 – Время разгона

Путь разгона

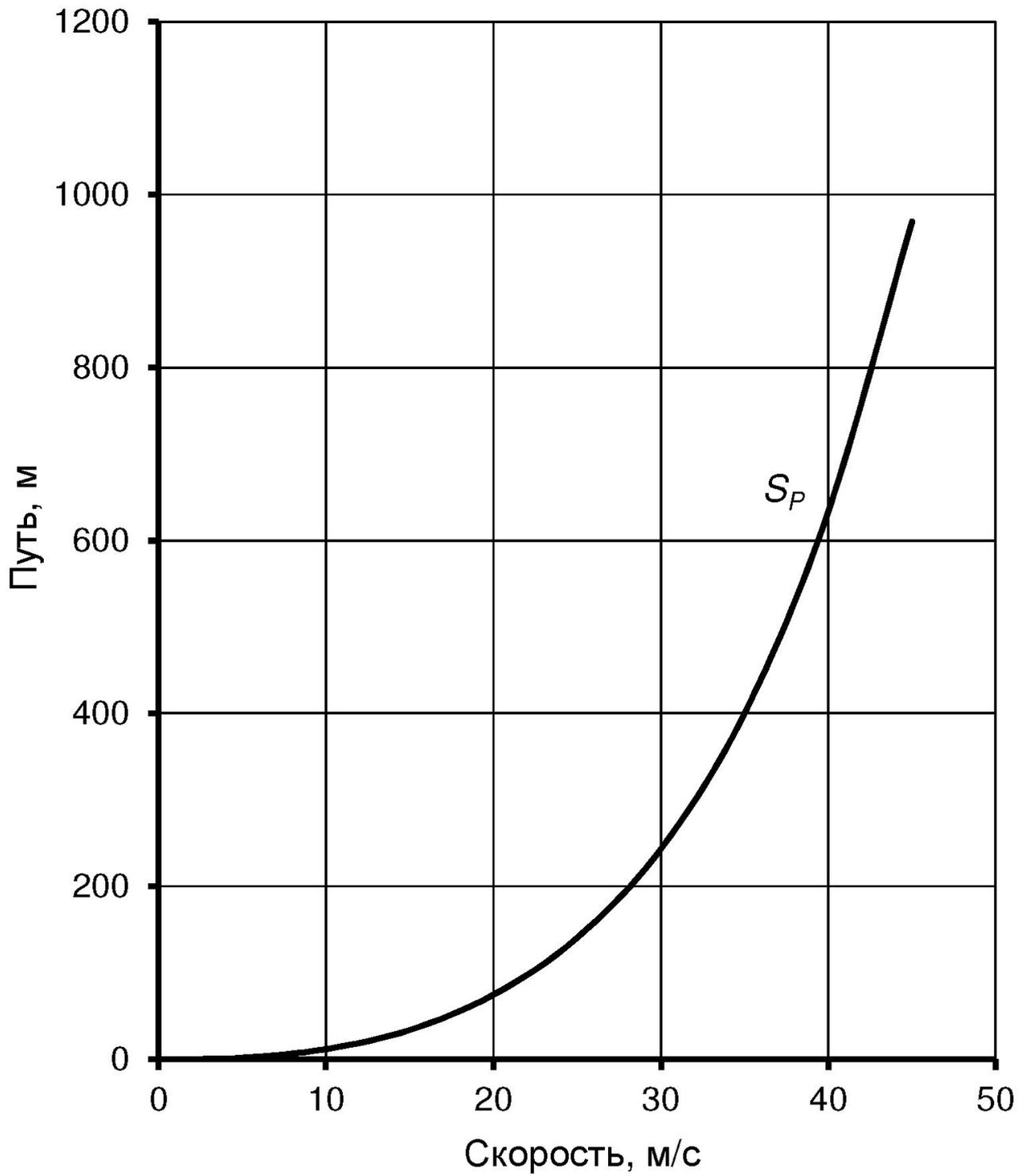


Рисунок А.7 – Путь разгона

Путевой расход топлива

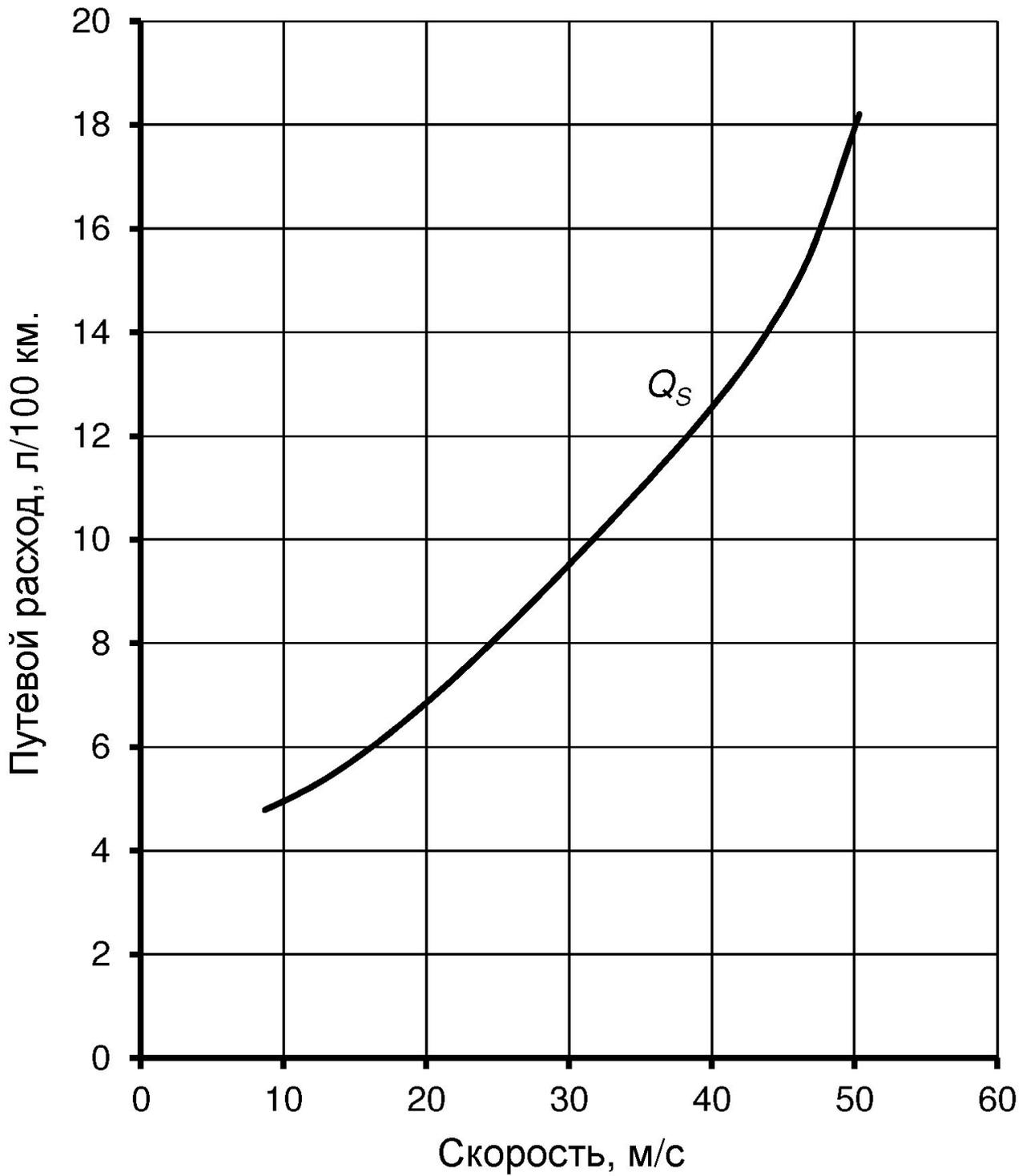


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива