

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка прицепа-контейнеровоза

Обучающийся

Р.Р. Джураев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2024

Аннотация

Тема данной работы - "Разработка прицепа-контейнеровоза".

Грузовые перевозки и прицепное оборудование нужны для того, чтобы обеспечить эффективное перемещение грузов на большие расстояния. Это помогает экономике, социальным связям и окружающей среде. В современном мире, где глобальная торговля и коммерция имеют большое значение для процветания, очевидно, что грузовые перевозки действительно важны. Он помогает обмениваться товарами и стимулирует экономический рост, поэтому играет большую роль в формировании современного мира.

Дипломный проект представлен в виде пояснительной записки. Он содержит введение, основную часть, конструкторскую часть, раздел техники безопасности, раздел технологии, экономическую часть, приложения и состоит из 91 страницы формата А4. В графической части проекта содержится десять страниц рисунков в размере А1.

В первом разделе дипломного проекта описана конструкция узла разработки, существующие на сегодняшний день тенденции разработки, а также представлена систематизация существующих ныне типов конструкций.

Во второй части данного дипломного проекта производится расчет конструкции автотранспортного средства. В этом разделе учитываются движение, скорость и показатели внешних характеристик.

Третья часть проекта включает в себя список возможных ситуаций, как обеспечить безопасность использования оборудования и окружающей среды.

Четвертая часть - технология сборки спроектированного агрегата - представлена в виде записки и блок-схемы на чертеже формата А1.

Пятая часть - расчет прибыли от реализации этого проекта.

В конце пояснительной записки есть приложение с графиками зависимостей тягово-динамического расчета.

Abstract

The topic of this paper is "Development of a container trailer".

Freight transport and trailer equipment are needed to ensure that goods are moved efficiently over long distances. It helps the economy, social relations and the environment. In today's world where global trade and commerce is essential for prosperity, it is obvious that freight transport is really important. It helps to exchange goods and stimulates economic growth, so it plays a great role in shaping the modern world.

The diploma project is presented in the form of an explanatory note. It contains introduction, main part, design part, safety section, technology section, economic part, annexes and consists of 91 pages of A4 format. The graphic part of the project contains ten pages of drawings in A1 size.

The first section of the diploma project describes the design of the development unit, the current trends in development, as well as a systematisation of the current types of designs.

In the second section of this thesis project, the design of the motor vehicle is calculated. In this section, motion, speed and external performance indicators are taken into account.

The third part of the project includes a list of possible situations, how to ensure the safety of the use of equipment and the environment.

The fourth part - the technology of assembly of the designed unit - is presented in the form of a note and block diagram on the A1 drawing.

The fifth part is the calculation of profit from the realisation of this project.

At the end of the explanatory note there is an appendix with graphs of traction-dynamic calculation dependencies.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса.....	7
1.1 Назначение и предъявляемые требования к прицепам.....	7
1.2 Общее устройство прицепов.....	8
1.3 Классификация прицепов и их типы	9
1.4 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции	14
2 Конструкторская часть.....	16
2.1 Тяговый расчет автомобиля	16
2.2 Расчет элементов конструкции прицепа	33
3 Безопасность и экологичность объекта.....	39
4 Технологическая часть.....	53
5 Экономическая эффективность проекта	64
Заключение.....	78
Список используемой литературы и используемых источников	79
Приложение А Графики тягового расчета	82

Введение

Грузовые перевозки и используемое для них оборудование играют жизненно важную роль в современной глобальной экономике, обеспечивая эффективное и надежное перемещение грузов на огромные расстояния. Грузовой транспорт и прицепное оборудование служат множеству целей, выполняя экономические, социальные и экологические функции, без которых невозможно представить современный мир. Основная цель грузовых перевозок - облегчить обмен товарами между производителями, поставщиками и потребителями, независимо от географических расстояний. Перемещение грузов необходимо для поддержания наличия товаров на рынках, обеспечения доступа предприятий к необходимым ресурсам и предоставления потребителям возможности получить широкий ассортимент товаров, независимо от их происхождения. Без эффективного грузового транспорта глобальная цепочка поставок перестала бы функционировать, что препятствовало бы экономическому росту и развитию.

Прицепные транспортные средства, такие как грузовики, поезда, корабли и самолеты, составляют основу инфраструктуры грузовых перевозок. Каждый вид транспорта обладает своими уникальными преимуществами и подходит для разных типов грузов и расстояний. Грузовики универсальны и могут доставлять грузы прямо к месту назначения, в то время как поезда эффективны для транспортировки сыпучих грузов на большие расстояния. Корабли играют важную роль в международной торговле, позволяя перевозить огромные партии товаров через океаны, а самолеты обеспечивают непревзойденную скорость при срочной доставке.

Значение грузового транспорта и прицепного оборудования выходит за рамки простых экономических операций. Грузовой транспорт играет важную роль в укреплении связей между регионами и странами, содействии культурному обмену, распространении идей и инноваций.

Возможность эффективной транспортировки товаров позволяет предприятиям выходить на мировые рынки, способствуя конкуренции и специализации, что в конечном итоге способствует экономическому росту и процветанию. Кроме того, грузовые перевозки способствуют созданию рабочих мест и поддерживают различные отрасли промышленности, включая производство, логистику и транспорт. Водители грузовиков, работники складов, экспедиторы и другие специалисты играют ключевую роль в цепочке поставок, обеспечивая безопасную и эффективную транспортировку товаров из пункта отправления в пункт назначения.

С точки зрения экологии, эффективность и устойчивость грузовых перевозок приобретают все большее значение в современном мире. Хотя транспорт необходим для экономической деятельности, он также способствует выбросам парниковых газов и другим воздействиям на окружающую среду. В связи с этим все большее внимание уделяется разработке более устойчивых транспортных решений, включая электрификацию транспортных средств, использование альтернативных видов топлива и оптимизацию логистических маршрутов с целью минимизации выбросов и снижения воздействия на окружающую среду.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и предъявляемые требования к прицепам

Автомобильный прицеп, который также известен как буксировочный прицеп или прицеп для легкового автомобиля, - это специализированный вид прицепа, предназначенный для буксировки прицепа за легковым автомобилем, внедорожником или другим малотоннажным транспортным средством. Он используется для перевозки дополнительного груза, например, другого автомобиля, оборудования для отдыха, мебели или любых других предметов, которые не помещаются в буксируемый автомобиль. Автомобильные прицепы обычно имеют бортовую конструкцию с колесами и сцепным устройством, которое позволяет надежно прикрепить их к буксируемому автомобилю. Они бывают разных размеров и конфигураций для перевозки различных типов грузов и разной тяговой мощности.[1]-[4]

С другой стороны, грузовой прицеп, также известный как полуприцеп или тракторный прицеп, - это большой, тяжелый прицеп, специально разработанный для буксировки полуприцепом или трактором. Эти прицепы обычно используются в коммерческих грузоперевозках и логистических операциях для транспортировки грузов на большие расстояния. Полуприцепы обычно имеют коробчатую или контейнерную конструкцию на колесах, сцепное устройство спереди, которое крепится к тягачу. Они бывают разных размеров и конфигураций, включая фургоны-сухогрузы, рефрижераторы, бортовые платформы, цистерны и специализированные прицепы для перевозки особых видов грузов, таких как скот или автомобили.

Прицепы - важнейший компонент транспортной отрасли, обеспечивающий эффективное перемещение грузов на огромные расстояния. Они используются в самых разных сферах, включая дальние грузоперевозки, региональную дистрибуцию и специализированную обработку грузов. Грузовые автомобили с прицепами способны перевозить большие объемы грузов и играют важную роль в поддержке мировой торговли и коммерции.

Они играют жизненно важную роль в цепочках поставок, обеспечивая своевременную и экономически эффективную доставку товаров к месту назначения.[6]

1.2 Общее устройство прицепов

Грузовые прицепы, в том числе прицепы-контейнеровозы, специально разработаны для эффективной и безопасной транспортировки грузов. Общая компоновка прицепов обеспечивает возможность размещения различных типов грузов при соблюдении стандартов безопасности и требований законодательства. Рассмотрим типичные особенности и конструкцию грузовых прицепов, уделив особое внимание прицепам-контейнерам.[9]-[14]

Грузовые прицепы, как правило, имеют прочную раму и шасси, чтобы выдерживать вес груза и противостоять нагрузкам при транспортировке. Рама часто изготавливается из стали или алюминия и рассчитана на долговечность и устойчивость. Прицепы-контейнеровозы специально разработаны для перевозки стандартных морских контейнеров различных размеров, включая 20-, 40- и 45-футовые контейнеры. Прицепы оснащены замками или угловыми направляющими, которые надежно фиксируют контейнеры по углам для обеспечения устойчивости во время транспортировки. Прицепы-контейнеровозы имеют шасси, которое поддерживает контейнер и обеспечивает точки крепления для колес и осей. Шасси предназначено для равномерного распределения веса контейнера и соблюдения установленных ограничений по весу при перевозке по дорогам. Грузовые прицепы оснащены осями и системами подвески, чтобы выдерживать вес груза и обеспечивать плавный ход. Оси могут иметь различную конфигурацию, например, одинарную, тандемную или многоопорную, в зависимости от грузоподъемности прицепа и его предназначения. Грузовые прицепы оснащаются колесами и шинами, соответствующими грузоподъемности прицепа и условиям эксплуатации. Шины могут быть усилены, чтобы выдерживать большие нагрузки и длинные расстояния, а колеса обычно

изготавливаются из стали или алюминиевого сплава для прочности и долговечности. Грузовые прицепы оснащены тормозными системами, которые контролируют скорость прицепа и обеспечивают его безопасную эксплуатацию. В зависимости от размера и веса прицепа тормозные системы могут включать электрические, воздушные или гидравлические тормоза. Грузовые прицепы должны иметь освещение и светоотражающую разметку для улучшения видимости и безопасности на дороге. К ним относятся задние фонари, стоп-сигналы, указатели поворота и светоотражающая лента или наклейки по периметру прицепа. Грузовые прицепы могут иметь точки доступа, такие как двери или пандусы, для облегчения погрузки и разгрузки. Прицепы-контейнеровозы обычно имеют задние двери или шторки, которые можно открыть для доступа внутрь контейнера. Средства безопасности - грузовые прицепы могут быть оборудованы средствами защиты, такими как замки, пломбы или устройства слежения, для защиты груза от кражи или несанкционированного доступа во время транспортировки.[15]-[20]

В целом, грузовые прицепы, в том числе прицепы-контейнеровозы, разработаны с учетом сочетания конструктивных элементов, механических компонентов и средств защиты для обеспечения эффективной и безопасной перевозки грузов различными видами транспорта. Их универсальность и надежность делают их незаменимыми в современном быстро развивающемся мире.

1.3 Классификация прицепов и их типы

Грузовые прицепы можно разделить на несколько категорий в зависимости от их конструкции, функциональности и назначения. Ниже приведен список некоторых распространенных классификаций грузовых прицепов и их типов.

Закрытые прицепы характеризуются полностью закрытой коробчатой конструкцией, которая предназначена для защиты груза от внешних воздействий и кражи. Часто они имеют рулонные или распашные двери в

задней части, которые облегчают доступ к грузу. Среди производителей закрытых прицепов - Great Dane, Utility Trailer Manufacturing Company, Wabash National Corporation и Hyundai Translead. Как правило, они используются для перевозки сухих грузов, электроники, мебели и других чувствительных или ценных предметов. Прицепы-рефрижераторы оснащены холодильными установками для поддержания определенных температурных условий, что делает их оптимальными для перевозки скоропортящихся грузов, таких как продукты питания, фармацевтические препараты и химикаты. Они имеют изолированные стены, терморегуляторы и задние двери с герметичными уплотнителями. Известные производители включают Carrier Transicold, Thermo King, Utility Trailer Manufacturing Company и Wabash National Corporation. Бортовые прицепы характеризуются открытой платформой без бортов и крыши, что облегчает погрузку и разгрузку негабаритных грузов или грузов неправильной формы, таких как техника, строительные материалы и автомобили. Прицепы с опускающейся платформой имеют меньшую высоту в задней части, что обеспечивает дополнительный дорожный просвет для более высоких грузов, сохраняя при этом ровную погрузочную площадку. Они часто используются для перевозки высокого оборудования, техники или транспортных средств, а также для транспортировки машин, оборудования и транспортных средств. Среди производителей низких бортовых прицепов - Great Dane, Fontaine Trailer Company и Transcraft Corporation. Эти прицепы отличаются небольшой высотой, что позволяет перевозить негабаритное или тяжелое оборудование, такое как бульдозеры, экскаваторы и промышленные машины. Они оснащены съемными навесами и гидравлическими рампами для погрузки. Ведущими производителями низкорамных прицепов являются Talbert Manufacturing, XL Specialised Trailers и Trail King Industries.[21]-[24]

Прицепы-цистерны предназначены для перевозки жидкостей или газов, таких как топливо, химикаты, вода и сжиженные газы. Они выпускаются в различных конфигурациях, включая цилиндрические, эллиптические и двухъярусные. Основными производителями прицепов-

цистерн являются Polar Tank Trailers, Heil Trailers International и Walker Group Holdings LLC. Животноводческие прицепы специально разработаны для перевозки животных, таких как крупный рогатый скот, лошади, овцы и свиньи. Такие транспортные средства оснащены перегородками, системами вентиляции и нескользящим полом, чтобы обеспечить безопасность и комфорт животных во время перевозки. Среди производителей таких прицепов - Wilson Trailer Company, Barrett Trailers LLC и EBY Trailers. Автоприцепы, также известные как автовозы или автобусы, предназначены для перевозки автомобилей, включая легковые, грузовые и мотоциклетные. Они бывают различных конфигураций, например, открытые или закрытые, и могут перевозить несколько автомобилей одновременно. Ведущие производители прицепов-контейнеровозов - Cottrell, Boydston Metal Works и Kaufman Trailers. Прицепы-контейнеровозы предназначены для перевозки стандартных морских контейнеров различных размеров, в том числе 20-, 40- и 45-футовой длины. Они широко используются в интермодальных перевозках, позволяя контейнерам беспрепятственно перемещаться между судами, поездами и грузовиками. Основными производителями прицепов-контейнеровозов являются CIMC Group, Hyundai Translead и Strick Trailers. Приведенные выше примеры представляют собой лишь некоторые из многочисленных типов грузовых прицепов, каждый из которых служит определенной цели в той или иной отрасли. Выбор прицепа зависит от ряда факторов, включая тип перевозимого груза, требования к процессу транспортировки, нормативные стандарты и бюджетные соображения.[25]

Развитие грузовых автомобилей и прицепов в транспортной отрасли определяется рядом заметных тенденций. Одной из наиболее значимых тенденций является переход к электрификации грузовиков и прицепов. Производители инвестируют значительные средства в технологию электромобилей (EV), чтобы разработать грузовики и прицепы, работающие на электрических батареях и водородных топливных элементах. Использование электромобилей дает ряд преимуществ, включая сокращение выбросов, снижение эксплуатационных расходов и повышение

энергоэффективности, что способствует экологической устойчивости в транспортном секторе. Еще одна важная тенденция в развитии грузовиков и прицепов - интеграция автономных технологий. Производители изучают передовые системы помощи водителю (ADAS), технологии автоматизированного вождения и автономные функции для повышения безопасности, эффективности и производительности. Интеграция автономных технологий в грузовики и прицепы способна повысить топливную эффективность, снизить аварийность и оптимизировать логистические операции. Важнейшим аспектом в грузовиках и прицепах становится подключение, позволяющее в режиме реального времени осуществлять мониторинг, сбор данных и связь между транспортными средствами и системами управления автопарком.[26]-[27]

Прицепы-цистерны предназначены для перевозки жидкостей или газов, таких как топливо, химикаты, вода и сжиженные газы. Они выпускаются в различных конфигурациях, включая цилиндрические, эллиптические и двухъярусные. Основными производителями прицепов-цистерн являются Polar Tank Trailers, Heil Trailers International и Walker Group Holdings LLC. Животноводческие прицепы специально разработаны для перевозки животных, таких как крупный рогатый скот, лошади, овцы и свиньи. Такие транспортные средства оснащены перегородками, системами вентиляции и нескользящим полом, чтобы обеспечить безопасность и комфорт животных во время перевозки. Среди производителей таких прицепов - Wilson Trailer Company, Barrett Trailers LLC и EBY Trailers. Автоприцепы, также известные как автовозы или автобусы, предназначены для перевозки автомобилей, включая легковые, грузовые и мотоциклетные. Они бывают различных конфигураций, например, открытые или закрытые, и могут перевозить несколько автомобилей одновременно. Ведущие производители прицепов-контейнеровозов - Cottrell, Boydston Metal Works и Kaufman Trailers. Прицепы-контейнеровозы предназначены для перевозки стандартных морских контейнеров различных размеров, в том числе 20-, 40- и 45-футовой длины. Они широко используются в интермодальных

перевозках, позволяя контейнерам беспрепятственно перемещаться между судами, поездами и грузовиками. Основными производителями прицепов-контейнеровозов являются CIMC Group, Hyundai Translead и Strick Trailers. Приведенные выше примеры представляют собой лишь некоторые из многочисленных типов грузовых прицепов, каждый из которых служит определенной цели в той или иной отрасли. Выбор прицепа зависит от ряда факторов, включая тип перевозимого груза, требования к процессу транспортировки, нормативные стандарты и бюджетные соображения. [28]

Развитие грузовых автомобилей и прицепов в транспортной отрасли определяется рядом заметных тенденций. Одной из наиболее значимых тенденций является переход к электрификации грузовиков и прицепов. Производители инвестируют значительные средства в технологию электромобилей (EV), чтобы разработать грузовики и прицепы, работающие на электрических батареях и водородных топливных элементах. Использование электромобилей дает ряд преимуществ, включая сокращение выбросов, снижение эксплуатационных расходов и повышение энергоэффективности, что способствует экологической устойчивости в транспортном секторе. Еще одна важная тенденция в развитии грузовиков и прицепов - интеграция автономных технологий. Производители изучают передовые системы помощи водителю (ADAS), технологии автоматизированного вождения и автономные функции для повышения безопасности, эффективности и производительности. Интеграция автономных технологий в грузовики и прицепы способна повысить топливную эффективность, снизить аварийность и оптимизировать логистические операции. Важнейшим аспектом в грузовиках и прицепах становится подключение, позволяющее в режиме реального времени осуществлять мониторинг, сбор данных и связь между транспортными средствами и системами управления автопарком. [29]

1.4 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции

В данном дипломном проекте разрабатывается контейнерный прицеп для стандартного 20-футового контейнера, предназначенный для использования с седельным тягачом КАМАЗ. Транспортная отрасль играет жизненно важную роль в содействии мировой торговле и коммерции, при этом контейнерные перевозки являются одним из наиболее распространенных способов транспортировки грузов. В связи с этим проектирование и разработка эффективных и надежных прицепов-контейнеровозов необходимы для обеспечения беспрепятственного перемещения грузов из портов в различные пункты назначения. В данной статье представлены процесс проектирования и особенности прицепа-контейнеровоза, который был специально разработан для стандартных 20-футовых контейнеров и подходит для использования с тягачами КАМАЗ. Контейнерный прицеп был разработан для перевозки стандартных контейнеров, которые широко используются в морских и интермодальных перевозках. Конструкция состоит из несущей передней секции с поворотным механизмом и основной несущей рамной конструкции. Передняя секция оснащена поворотным механизмом для облегчения погрузки и разгрузки контейнеров, что позволяет эффективно обрабатывать грузы в портах и логистических центрах. Прицеп оснащен двумя осями, каждая из которых оборудована полурессорной системой подвески с пневматическими упругими элементами, известными как пневматические колодки. Такая конфигурация подвески обеспечивает оптимальную грузоподъемность, устойчивость и амортизацию, гарантируя плавную и надежную транспортировку контейнеров даже по пересеченной местности или неровной поверхности. Контейнерный прицеп предназначен для перевозки стандартных контейнеров весом до 20 тонн, что делает его пригодным для транспортировки широкого спектра грузов, обычно перевозимых грузовыми прицепами. Грузоподъемность соответствует требованиям для большинства типов грузов,

включая сухие товары, электронику, оборудование и товары народного потребления. [10]

Основная несущая рама прицепа отличается прочностью, долговечностью и устойчивостью к суровым условиям транспортировки. В конструкции рамы используются высококачественные материалы, такие как сталь или алюминий, которые выбираются с учетом их способности обеспечивать структурную целостность и коррозионную стойкость, тем самым продлевая срок службы прицепа.

Безопасность является основополагающим фактором при проектировании прицепа-контейнеровоза, и при этом строго соблюдаются нормативные стандарты и лучшие отраслевые практики. Прицеп оснащен целым рядом элементов безопасности, включая светоотражающую маркировку, системы освещения и механизмы крепления, которые в совокупности способствуют улучшению видимости, устойчивости и соблюдению правил дорожного движения.

Проектирование и разработка прицепа-контейнеровоза для стандартных 20-футовых контейнеров является значительным достижением в области транспортной инфраструктуры. Инновационные характеристики прицепа, включая поворотный передний механизм, пневматическую подвеску и прочную конструкцию, позволили повысить эффективность, надежность и универсальность транспортировки грузов. Благодаря своей способности вмещать широкий спектр грузов и выдерживать сложные условия эксплуатации, прицеп-контейнеровоз служит важнейшим компонентом современной логистики и управления цепочками поставок.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 44000$
Количество мест.....	2
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 30,56$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 200$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 54$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,49$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,18$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,89$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 9,64$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,018$
Число передач в коробке передач.....	8
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	16,1
задняя ось.....	26,1
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,92$

2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

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

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

«где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;»[2]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 44000 \cdot 9,807 = 431508 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 2 = m_{II1} \cdot g \cdot 2 = 75 \cdot 9,807 \cdot 2 = 1471 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 2 = m_{B1} \cdot g \cdot 2 = 10 \cdot 9,807 \cdot 2 = 196 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 431508 + 1471 + 196 = 433175 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 16,1 = 433175 \cdot 16,1 = 69741 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 26,1 = 433175 \cdot 26,1 = 113059 \text{ Н} \quad (6)$$

«б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 315/70 R22,5»[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;

$B = 315$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,70$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 571,5$ – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 571,5 + 0,70 \cdot 0,85 \cdot 315) \cdot 10^{-3} = 0,473 \text{ м}$$

2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K \cdot U_D} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (8)$$

«где U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 1,000),;

U_D - передаточное число делителя коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передачи делителя коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2).»[2]

$$U_0 = (0,473 \cdot 200) / (1,000 \cdot 1,2 \cdot 30,56) = 2,581$$

«2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

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

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

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

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

$$\psi_V = 0,018 \cdot (1 + 30,56^2 / 2000) = 0,026$$

$$N_V = (433175 \cdot 0,026 \cdot 30,56 + 0,49 \cdot 1,293 \cdot 9,64 \cdot 30,56^3 / 2) / 0,89 = 490543 \text{ Вт}$$

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

«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]

$$N_{MAX} = 490543 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 493070 \text{ Вт}$$

«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.

Определение значений крутящего момента производится по формуле:

Все полученные данные заносятся в таблицу 1.

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (13)$$

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
516	54	168,2	3114,4
620	65	205,8	3170,2
720	75	241,9	3207,7
820	86	277,3	3229,5
920	96	311,7	3235,7
1020	107	344,6	3226,2
1120	117	375,4	3201,1
1220	128	403,8	3160,3
1320	138	429,1	3103,9
1420	149	450,8	3031,8
1520	159	468,6	2944,1
1620	170	481,9	2840,7
1720	180	490,2	2721,7
1820	191	493,1	2587,1
1910	200	490,5	2452,7

n_e - обороты двигателя, об/мин;»[2]

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

«2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

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

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

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

«где ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма ($\psi_{MAX} = f_{V \max} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$); U_d - передаточное число делителя коробки передач (максимальный динамический фактор реализуется на низшей ступени делителя коробки, значение которой равно 2,1).»[2]

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,18 = 0,206 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 433175 \cdot 0,206 \cdot 0,473 / (3235,7 \cdot 0,89 \cdot 2,581 \cdot 2,1) = 2,710$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}},$$

«где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 69741 \cdot 0,9 = 62767$ Н, m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).»[2]

$$U_1 \leq 62767 \cdot 0,8 \cdot 0,473 / (3235,7 \cdot 0,89 \cdot 2,581 \cdot 2,1) = 3,016$$

«Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 13,800$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен:»[2]

$$q = (U_1 / U_8)^{1/7} = (13,800 / 3,075)^{1/7} = 1,455 \quad (17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 13,800 / 1,455 = 9,481; \quad (18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 9,481 / 1,455 = 6,514; \quad (19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 6,514 / 1,455 = 4,476; \quad (20)$$

$$U_5 = U_4 / q = 4,476 / 1,455 = 3,075; \quad (21)$$

$$U_6 = U_5 / q = 3,075 / 1,455 = 2,113; \quad (22)$$

$$U_7 = U_6 / q = 2,113 / 1,455 = 1,452; \quad (23)$$

$$U_8 = 0,997. \quad (24)$$

«Дальнейшие расчёты проводятся для высшей ступени делителя коробки передач.»[2]

2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{кл} \cdot U_0} \quad (25)$$

Все полученные данные заносятся в таблицу 2.

«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	Скорость на 6ой передаче, м/с	Скорость на 7ой передаче, м/с	Скорость на 8ой передаче, м/с
516	0,6	0,9	1,3	1,8	2,7	3,9	5,7	8,3
620	0,7	1,0	1,5	2,2	3,2	4,7	6,8	9,9
720	0,8	1,2	1,8	2,6	3,7	5,5	7,9	11,5
820	1,0	1,4	2,0	2,9	4,3	6,2	9,0	13,2
920	1,1	1,6	2,3	3,3	4,8	7,0	10,1	14,8
1020	1,2	1,7	2,5	3,6	5,3	7,7	11,2	16,4
1120	1,3	1,9	2,8	4,0	5,8	8,5	12,3	18,0
1220	1,4	2,1	3,0	4,4	6,3	9,2	13,4	19,6
1320	1,5	2,2	3,2	4,7	6,9	10,0	14,5	21,2
1420	1,6	2,4	3,5	5,1	7,4	10,8	15,7	22,8
1520	1,8	2,6	3,7	5,4	7,9	11,5	16,8	24,4
1620	1,9	2,7	4,0	5,8	8,4	12,3	17,9	26,0
1720	2,0	2,9	4,2	6,1	8,9	13,0	19,0	27,6
1820	2,1	3,1	4,5	6,5	9,5	13,8	20,1	29,2
1910	2,2	3,2	4,7	6,8	9,9	14,5	21,0	30,6

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (26)$$

Все полученные данные заносятся в таблицу 3.

Таблица 3 - Тяговый баланс»[2]

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	Сила тяги на 6ой передаче, Н	Сила тяги на 7ой передаче, Н	Сила тяги на 8ой передаче, Н
516	250374	172023	118191	81205	55793	38333	26337	18095
620	254858	175104	120307	82659	56792	39020	26809	18420
720	257870	177173	121730	83636	57463	39481	27126	18637
820	259625	178379	122558	84205	57854	39750	27311	18764
920	260121	178720	122792	84366	57965	39826	27363	18800
1020	259359	178197	122432	84119	57795	39709	27283	18745
1120	257340	176809	121479	83464	57345	39400	27070	18599
1220	254062	174557	119932	82401	56615	38898	26725	18362
1320	249526	171441	117791	80930	55604	38203	26248	18034
1420	243733	167460	115056	79051	54313	37316	25639	17615
1520	236681	162615	111727	76764	52742	36237	24897	17106
1620	228371	156906	107804	74069	50890	34965	24023	16505
1720	218804	150332	103288	70965	48758	33500	23016	15814
1820	207978	142894	98178	67454	46345	31842	21878	15031
1910	197177	135473	93079	63951	43939	30189	20741	14251

2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху:»[2]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (27)$$

«Сила сопротивления качению:»[2]

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (28)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (29)$$

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

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	7797	7797
5	76	7895	7971
10	305	8187	8492
15	687	8674	9361
20	1222	9357	10578
25	1909	10234	12142
30	2748	11306	14054
35	3741	12573	16314
40	4886	14035	18921
45	6184	15692	21876
50	7635	17544	25178
55	9238	19590	28828
60	10994	21832	32826
65	12902	24269	37171

2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (30)$$

$$D_{\varphi} = \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (31)$$

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	Динамический фактор на 6ой передаче	Динамический фактор на 7ой передаче	Динамический фактор на 8ой передаче
516	0,578	0,397	0,273	0,187	0,129	0,088	0,061	0,041
620	0,588	0,404	0,278	0,191	0,131	0,090	0,062	0,042
720	0,595	0,409	0,281	0,193	0,133	0,091	0,062	0,042
820	0,599	0,412	0,283	0,194	0,133	0,091	0,062	0,042
920	0,600	0,413	0,283	0,195	0,134	0,092	0,062	0,042
1020	0,599	0,411	0,283	0,194	0,133	0,091	0,062	0,041
1120	0,594	0,408	0,280	0,193	0,132	0,090	0,061	0,041
1220	0,586	0,403	0,277	0,190	0,130	0,089	0,060	0,040
1320	0,576	0,396	0,272	0,187	0,128	0,087	0,059	0,038
1420	0,563	0,387	0,266	0,182	0,125	0,085	0,057	0,037
1520	0,546	0,375	0,258	0,177	0,121	0,083	0,055	0,035
1620	0,527	0,362	0,249	0,171	0,117	0,080	0,053	0,033
1720	0,505	0,347	0,238	0,164	0,112	0,076	0,051	0,031
1820	0,480	0,330	0,227	0,155	0,106	0,072	0,048	0,029
1910	0,455	0,313	0,215	0,147	0,101	0,068	0,045	0,026

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (32)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

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

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

Все полученные данные заносятся в таблицу 6, таблицу 7, таблицу 8.

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KP}^2), \quad (33)$$

«где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс; δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,05$.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс»

	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8
δ_{BP}	10,572	5,545	3,172	2,052	1,523	1,273	1,155	1,100

«Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Ускор на 1ой передаче, м/с ²	Ускор на 2ой передаче, м/с ²	Ускор на 3ей передаче, м/с ²	Ускор на 4ой передаче, м/с ²	Ускор на 5ой передаче, м/с ²	Ускор на 6ой передаче, м/с ³	Ускор на 7ой передаче, м/с ⁴	Ускор на 8ой передаче, м/с ⁵
516	0,52	0,67	0,79	0,81	0,71	0,54	0,36	0,20
620	0,53	0,68	0,80	0,83	0,73	0,55	0,37	0,20
720	0,54	0,69	0,81	0,84	0,74	0,56	0,37	0,20
820	0,54	0,70	0,82	0,84	0,74	0,56	0,37	0,20
920	0,54	0,70	0,82	0,84	0,74	0,56	0,37	0,20
1020	0,54	0,70	0,82	0,84	0,74	0,56	0,36	0,19
1120	0,53	0,69	0,81	0,83	0,73	0,55	0,36	0,18
1220	0,53	0,68	0,80	0,82	0,72	0,54	0,35	0,16
1320	0,52	0,67	0,78	0,81	0,71	0,53	0,33	0,15
1420	0,51	0,65	0,77	0,78	0,69	0,51	0,32	0,13
1520	0,49	0,63	0,74	0,76	0,66	0,49	0,30	0,11
1620	0,47	0,61	0,71	0,73	0,63	0,46	0,27	0,08
1720	0,45	0,58	0,68	0,69	0,60	0,44	0,25	0,06
1820	0,43	0,55	0,64	0,66	0,56	0,40	0,22	0,03
1910	0,41	0,52	0,61	0,62	0,53	0,37	0,19	0,00

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обороты дв-ля, об/мин	1/я на 1ой передаче, с ² /м	1/я на 2ой передаче, с ² /м	1/я на 3ей передаче, с ² /м	1/я на 4ой передаче, с ² /м	1/я на 5ой передаче, с ² /м	1/я на 6ой передаче, с ² /м	1/я на 7ой передаче, с ² /м	1/я на 8ой передаче, с ² /м
516	1,92	1,49	1,27	1,23	1,40	1,85	2,79	4,94
620	1,89	1,46	1,25	1,21	1,37	1,81	2,73	4,89
720	1,87	1,45	1,23	1,20	1,36	1,79	2,70	4,90
820	1,85	1,44	1,22	1,19	1,35	1,77	2,69	4,97
920	1,85	1,43	1,22	1,18	1,34	1,77	2,71	5,12
1020	1,86	1,44	1,22	1,19	1,35	1,79	2,74	5,34
1120	1,87	1,45	1,23	1,20	1,36	1,81	2,80	5,68
1220	1,90	1,47	1,25	1,22	1,39	1,84	2,89	6,15
1320	1,93	1,50	1,27	1,24	1,42	1,89	3,00	6,82
1420	1,98	1,53	1,31	1,27	1,46	1,96	3,16	7,82
1520	2,04	1,58	1,35	1,32	1,51	2,04	3,37	9,38
1620	2,12	1,64	1,40	1,37	1,58	2,15	3,64	12,10
1720	2,21	1,72	1,47	1,44	1,66	2,29	4,01	17,83
1820	2,33	1,81	1,55	1,53	1,77	2,47	4,52	37,12
1910	2,47	1,92	1,65	1,62	1,90	2,69	5,17	-

2.1.12 Время и путь разгона

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

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (34)$$

«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]

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (35)$$

«где k – порядковый номер интервала.

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

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (36)$$

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

«где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 ,

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

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

«Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Время, с
0-5	1410	7,1
0-10	3402	17,0
0-15	7684	38,4
0-20	15967	79,8
0-25	29960	149,8
0-30	51373	256,9
0-35	81917	409,6
0-40	123299	616,5
0-45	177232	886,2

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_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

до скорости V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$,»[2]

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

Результаты расчёта заносятся в таблицу 10:

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм ²	Путь, м
0-5	353	18
0-10	1846	92
0-15	7199	360
0-20	21694	1085
0-25	53179	2659
0-30	112066	5603
0-35	211331	10567
0-40	366517	18326
0-45	595728	29786

2.1.13 Мощностной баланс

Для решения ряда вопросов, как, например, выбор передаточного числа главной передачи, исследование топливной экономичности автомобиля, удобным является анализ мощностного баланса автомобиля, который выражается уравнением:»[2]

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

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

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

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

Все полученные данные заносятся в таблицу 11 и таблицу 12.

«Таблица 11 - Мощностной баланс»[2]

Обороты дв-ля, об/мин	Мощность на колесе, кВт
516	149,7
620	183,2
720	215,3
820	246,8
920	277,4
1020	306,7
1120	334,1
1220	359,3
1320	381,9
1420	401,2
1520	417,1
1620	428,9
1720	436,3
1820	438,8
1910	436,6

«Таблица 12 - Мощность сопротивления движению»[2]

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,4	39,5	39,9
10	3,1	81,9	84,9
15	10,3	130,1	140,4
20	24,4	187,1	211,6
25	47,7	255,8	303,6
30	82,5	339,2	421,6
35	130,9	440,1	571,0
40	195,4	561,4	756,8
45	278,3	706,1	984,4
50	381,7	877,2	1258,9
55	508,1	1077,5	1585,5
60	659,6	1309,9	1969,5
65	838,7	1577,5	2416,1

2.1.14 Топливо-экономическая характеристика

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

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

«Где $g_{E \min} = 100$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.»[2]

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (40)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (41)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (42)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (43)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу 13 и представляют в виде графика.

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	<i>I</i>	<i>E</i>	<i>KI</i>	<i>KE</i>	<i>QS</i>
516	8,3	0,457	0,284	0,974	1,106	33,3
620	9,9	0,461	0,341	0,971	1,082	33,3
720	11,5	0,468	0,396	0,967	1,062	33,4
820	13,2	0,480	0,451	0,959	1,045	33,7
920	14,8	0,495	0,506	0,950	1,032	34,0
1020	16,4	0,515	0,561	0,938	1,021	34,5
1120	18,0	0,540	0,616	0,926	1,014	35,2
1220	19,6	0,570	0,671	0,912	1,010	36,0
1320	21,2	0,605	0,726	0,899	1,010	37,0
1420	22,8	0,647	0,781	0,887	1,012	38,2
1520	24,4	0,697	0,836	0,878	1,018	39,8
1620	26,0	0,757	0,891	0,875	1,027	41,9
1720	27,6	0,828	0,946	0,882	1,039	44,8

2.2 Расчет элементов конструкции прицепа

Нагрузка на ось прицепа:

$$F_{\Pi} = \frac{G_A \times K_H \times m_{\Pi}}{n_{\Pi}} = \frac{200000 \times 1,2 \times 1,75}{4} = 105000 \text{ Н}$$

где $G_A = 200000 \text{ Н}$ – нагрузка на прицеп;

$m_{\Pi} = 1,75$ – коэффициент возрастания массы при динамических нагрузках;

$K_H = 1,2$ – коэффициент учета неравномерности распределения нагрузок;

n_{Π} - количество колес.

Рама испытывает напряжения от действия изгибающих нагрузок.
Условие прочности материала рамы: »[4]

$$\sigma_{max} = M_{max}^{изг} / W_z \leq [\sigma]$$

«Где σ_{max} – максимальное напряжение, испытываемое кронштейном, МПа;

$M_{max}^{изг}$ – максимальный момент изгиба в сечении кронштейна;

W_z – осевой момент сопротивления;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение изгиба, для материала Ст3; »[4]

$[\sigma]=120\text{МПа}$.

$$M_{max}^{изг} = R_1 \times l_1 \tag{44}$$

Величину реакции R_1 найдем из системы двух уравнений

$$R_1 + R_2 = Q \quad (45)$$

$$R_1 \cdot l_1 = R_2 \cdot l_2 \quad (46)$$

Решая систему уравнений, получим

$$R_1 = Q \cdot l_1 / (l_1 + l_2) \quad (47)$$

$$R_1 = 11460 \text{ Н} \quad (48)$$

$$M_{\text{изг}}^{\text{макс}} = 11460 \cdot 0,015 = 114,6 \text{ Нм} \quad (49)$$

$$W_z = (b \cdot h^2 - b_1 \cdot h_1^2) / 6 \quad (50)$$

h, h_1, b, b_1 – размеры поперечного сечения балки

Таблица 14 – Данные сечения балки

h	0,190
h_1	0,178
b	0,120
b_1	0,108

$$W_z = (0,120^2 \cdot 0,190 - 0,108 \cdot 0,178^2) / 6 = 4,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \quad (51)$$

$$\sigma_{\text{макс}} = 114,6 / 4,1 \cdot 10^{-6} = 28 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 120 \text{ МПа} \quad (52)$$

по расчету сечение балка удовлетворяет условиям прочности по допустимому значению.

Расчет основных параметров конструкции прицепа для транспортировки грузов

«Определение полной массы»[4]

$$m_a = m_0 + m_{\text{п}},$$

«где $m_{\text{п}} = 20000$ кг (масса погруженного груза). »[4]

$$m_a = 2200 + 20000 = 22200 \text{ кг}$$

«Распределение массы между осями с учетом коэффициента распределения массы по осям:

для передней оси»[4]

$$m_1 = 0,50 m = 0,50 \times 22200 = 11100 \text{ кг}$$

для задней оси

$$m_2 = 0,50 m = 0,50 \times 22200 = 11100 \text{ кг}$$

«Определение радиуса качения колеса

Принимаем шину 315/70 R22,5, радиус качения данной шины рассчитывается по формуле: »[4]

$$r_k = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H$$

«где d – посадочный диаметр шины, $z = 0,8$ – коэффициент вертикальной деформации, H – высота профиля шины. »[4]

$$r_k = (0,5 \cdot 571,5 + 0,70 \cdot 0,85 \cdot 315) \cdot 10^{-3} = 0,473 \text{ м}$$

«Расчет производится исходя из того, что прицеп рассчитан на перемещение груза массой до 20000 кг, при этом масса самого прицепа

должна приблизительно составить 2200 кг. Произведем расчет усилия при перемещении прицепа.

Расчет производится по формуле: »[4]

$$W_c = f_k * (Q + G) * \cos \beta + (Q + G) * \sin \beta,$$

«где $f_k = 0,0129$ – коэффициент трения качения

β – уклон дорожного полотна, $\beta = 1,5^\circ$

Q – вес груза, $Q = 20000$ Н

G – собственный вес прицепа, $G = 2200$ Н»[4]

$$W_c = 0,0129 * (2200 + 20000) * 0,9997 + (2200 + 20000) * 0,0262 = 293,79 \text{ Н}$$

«Так как у прицепа предусмотрено самоориентирующееся колесо, произведем его расчет при сопротивлении качения. Расчет производится по формуле: »[4]

$$W_{co} = f_k * P_k * \cos \alpha + (M / l) * \sin \alpha,$$

«где M – момент, необходимый для проворачивания колеса относительно оси, $M = f_i * P_k * r_{\Pi}$

l – длина отпечатка, »[4]

$$l = 2 * \sqrt{\frac{Dk}{\Delta h}}, \text{ где}$$

« P_k – нагрузка на колесо, $P_k = (2200 + 20000) / 4 = 5550$ Н

D_k – диаметр колеса, $D_k = 1076$ мм

h – толщина сплошной обрешиненной шины, $h = 17$ мм

Δh – радиальный прогиб сплошной обрешиненной шины, $\Delta h = 7$ мм»[4]

$$\Delta h = \sqrt[3]{\frac{Pk * h / 2 * b * E^2}{Dk}}$$

$$\Delta h = \sqrt[3]{\frac{2940 * 7 / 2 * 37 * (7 * 10^6)}{70}} = 1,83 \text{ мм}$$

$$l = 2 * \sqrt{\frac{70}{1,83}} = 6,1 \text{ мм}$$

« α - угол между направлением движения и плоскостью колеса,

принимаяем $\alpha = 45^\circ$

r_n – приведенное плечо трения по всей поверхности отпечатка, »[4]

$$r_n = (\sqrt{4 * b^2 + l^2} + \sqrt{4 * l^2 + b^2}) / 12$$

«b и l – соответственно ширина и длина отпечатка, b = 37 мм

f_i – коэффициент трения скольжения в пятне контакта, f_i = 0,4»[4]

$$r_n = (\sqrt{4 \cdot 37^2 + 11,1^2} + \sqrt{4 \cdot 11,1^2 + 37^2}) / 12 = 9,83 \text{ мм}$$

$$M = 0,4 \cdot 2940 \cdot 9,83 = 3,79 \text{ Н*м}$$

$$W_{co} = 0,0129 \cdot 2940 \cdot 0,71 + (3,79 / 11,1) \cdot 0,71 = 9,05 \text{ Н}$$

$$W = W_c + W_{co}$$

$$W = 62,55 + 9,05 = 71,6 \text{ Н}$$

Рассчитанные показатели соответствуют требуемым значениям.

3 Безопасность и экологичность объекта

3.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

«Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства. В таблице 14 представлены опасные и вредные факторы производства.

Таблица 14 - Опасные и вредные факторы

Процедура или вид выполняемых деятельностей	Небезопасный или вредоносный технологический аспект	Первоисточник рискованного компонента
Сборка и установка элементов прицепа	Неимение или недочёт при родного освещения	Деятельность под днищем прицепа
	Биологически небезопасные и вредные технологические аспекты Просачивающиеся через органы дыхания, раздражающие, сенсibiliзирующие	Смазочные материалы, растворитель
	Статичные нагрузки	Работа в полусогнутом состоянии корпуса
	Перенапряжение и однообразность процедур	Длительность осуществления процедуры монтажа; существенный габарит колёсног о контейнера
	Динамичные агрегаты авт омашин и процессов	Применение гайковерта и ключика-трещетки
	Дефект освещения	

Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников.»[7]

«Движение машины и механизма, подвижные части техники, подвижные изделия и заготовки при ненадлежащем соблюдении защитных мер может привести к переломам, ушибам, ссадинам, и т.д. в разных органах человека и конечностей.

Повышенный уровень влажности воздуха в помещении, а также пыль отрицательно влияет на дыхательные пути, кожу, органы зрения, пищеварительную систему. На начальной стадии поражение пыли в верхнем дыхании сопровождается жжением, при длительных вмешательствах появляется кашель, отхаркивается грязная мокрота. Пыль в легких приводит к развитию патологического процесса, относящегося к пневмонии. Повышенная температура поверхности приборов приводит к увеличению температуры поверхностей человека.

Повышение уровня шумов и вибраций. Прежде всего, шум оказывает влияние на человеческое сердце. Во второй степени воздействия является орган слуховой слышимости. При частоте 2×10^2 Па интенсивности J 10 Вт и частоте 1000 Гц человек чувствует боль, это болезненная частота. Человек способен воспринимать вибрации звука в пределах 20-20.000 Герц. Наименьшие частоты звука R_{o2} 10-5Pa, частоты J_o 10-12 Вт/м² в 1000 Герц. Третий уровень по степени воздействия - это гипофиз человека. Даже небольшое пребывание в местах звукового давления более 135 дБ в любом октанном поле запрещено для любого.»[7]

Если увеличить напряжение в токопроводящей цепи, то это приведет к увеличению статического электричества. Когда электрический ток проходит через человеческое тело, он оказывает следующее воздействие:

- Электрическое: кровь и плазма разрушаются.
- Тепловое: нагревает ткани, сосуды, нервы и может вызвать ожоги.
- Биологическое: Раздражает и подавляет живые ткани организма, непроизвольно сокращаются мышцы, что может остановить деятельность органов дыхания и сердца.

Увлажнение воздуха. Когда влажность повышается, а температура понижается, для людей это процесс охлаждения, а для людей с высокой температурой - процесс нагревания.

Если в помещении нет естественного света или свет слишком яркий, это может повлиять на ваше настроение и продуктивность. Летом мы больше используем естественное освещение, поэтому несчастных случаев меньше. Чтобы защититься от ослепляющего действия солнечных лучей и отражения их блестящей поверхности, световые проемы покрывают тонким слоем тонирующей краски или заменяют обычное стекло матовым. Нельзя использовать только местное освещение, потому что это вредно для глаз. Оно затрудняет зрение, что замедляет движение и иногда становится причиной аварий. Кроме того, свет вредит глазам, заставляет их чесаться и может нанести долгосрочный ущерб. Острые края, заусенцы, грубые инструменты, заготовки и неиспользование правильных средств защиты, например, отсутствие защитного кожуха, также могут навредить вам. Это может привести к опасным травмам, таким как порезы и инфекции. Это затрудняет работу.

Химическая и промышленная пыль может попасть в организм через органы дыхания, кишечник и кожу. Токсины вдыхаются в воздухе рабочего помещения или участка и попадают в легкие. Попадая в кровь, яды всасываются и разносятся по всем органам и тканям организма, после чего наступает отравление всех органов и тканей. Яды попадают в кишечник, когда токсичные вещества проникают в слизистую оболочку рта. Часть ядов попадает в печень, где они немного нейтрализуются, но большая их часть все равно распространяется по организму. Вещества, способные проходить через кожу, такие как бензол и тетраэтилсвинец $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}$, прекрасно растворяются в жирах. Некоторые из них задерживаются в печени, мышцах, селезенке, костях и вызывают заболевания. На этом сайте речь идет о стальной пыли, которая наиболее опасна для организма. Частицы пыли длиной 0,2-0,6 м могут застревать в верхних дыхательных путях и вызывать кашель и выделение мокроты. Самые мелкие частицы, менее 0,1 м, наиболее

опасны, поскольку они не задерживаются в верхних дыхательных путях, а попадают прямо в легкие, оседают там и вызывают патологические процессы. В воздухе могут содержаться такие вещества, как бензин - 100 мкг на м³, парафин - 300 мкг, бензол - 15 мкг, толуол - 50 мкг и ксилол - 50 мкг.

Изменение климата и погодных условий. Измерение температуры воздуха зависит от того, сколько тепла выделяется в данной местности. Это может происходить от нагретых металлов. Согласно правилам техники безопасности, в помещении слишком жарко, потому что выделяется недостаточно тепла, что влияет на температуру воздуха. Тепловыделение составляет менее 23 г/м².

Воздух увлажнен до 70 %, а движение воздуха ограничено 0,2 м/с. Чрезмерные статические и динамические нагрузки, перенапряжение зрительного и слухового анализаторов, монотонная работа могут негативно влиять на здоровье, вызывать психические расстройства, умственное и психическое напряжение.

3.2 Мероприятия для обеспечения безопасного труда

«Требования к вентиляции. Для обеспечения чистого воздуха и нормализации параметров микроклимата в производственных помещениях, помимо местных отсасывающих устройств, позволяющих удалить вредное вещество из зоны пылесжигания, мелких стружек и смазочных жидкостей аэрозолей смазывающих и охлаждающих жидкостей, необходимо предусматривать общеобменную систему вентиляции.

Требования к освещению. Естественное и искусственное освещение производственных помещений должно соответствовать 8 категориям зрительных работ СН, Р23-0595. Для локальной системы освещения необходимо использовать лампы светодиодные с несветящими отражателями, а защитный угол не менее 30°. Также должны быть предусмотрены меры, направленные на снижение отражённых плотностей света.

Требования к техническому обеспечению. Мероприятия по защите человека от опасных и вредных производственных факторов могут включать следующие мероприятия:

- Предотвращение травматизма работников от опасных и вредных производственных факторов;
- Для предупреждения повреждения глаз используются прозрачные экраны;
- Для предупреждения повреждения отлетающих частей используются зажимные устройства;»[7]

«Кроме технической работы в цехе предусмотрено предоставление персоналу специальной одежды, специальной обуви и иных индивидуальных средств для защиты от шума, вибрации, а также для профилактики шума, вибрации.

Кроме технических есть еще такие санитарно-гигиенические условия, необходимые для нормальной работы сотрудников, обеспечиваются системой освещения и отопления. Освещение в производственных помещениях возможно от естественных и искусственных светильников. Он необходим для улучшения условий зрительной работы, снижения утомляемости, повышения производительности работы, а также для улучшения качества выпускаемой продукции. В режиме дневного света естественное освещение осуществляется через верхний и боковой проёмы окон, в режиме вечернего графика работы – искусственное, с помощью люминесцентных ламп. Искусственное освещение выполняется системой общего освещения, в некоторых местах – комбинированным. Для повышения производительности труда работников важную роль играют вентиляция и отопление рабочего помещения. Комплексная система вентиляции включает принудительную и естественную. Естественная воздушная вентиляция – процесс осуществляется через окна в крыше предприятия. Принудительная вентиляция осуществляется с помощью вентиляционной установки и систем кондиционирования воздуха. Система центральной системы отопления – это водяная система отопления, применяется для обогрева помещений.»[7]

«Средства индивидуальной защиты сотрудников. Чтобы защитить сотрудников и работников цеха, участка реза, для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, необходима специальная одежда, специальная обувь, защитные средства. Для защиты кожи от воздействия специальных смазывающих и охлаждающих жидкостей используются профилактические масочки, мази, кремы и усиленные маски, которые имеют в комплекте угольные сменные фильтра. В ГОСТах устанавливается и определена специальная одежда для защиты от механических повреждений. Защитные средства от СОЖ – ГОСТ 1212. 4. 06879. Защитные средства для глаз - защитные очки ГОСТ 1212. 4. 00380.

Требования безопасности к термической обработке. Освещение термических цехов должно составлять 300 лк по СНиП, П23-5-95.

Обеспечить пожарную безопасность. Помещения термических цехов оборудованы общим вентиляционным оборудованием. Воздух попадает в верхние или рассеянные зоны помещений или попадает в рабочую зону с скоростью подъема воздуха в рабочую зону со скоростью перемещения не менее 0.2 метра, в течении секунды. Оборудование, являющееся источником ядовитых и вредных веществ, оборудовано местным отсеком. СН и П21-0797.

Индивидуальная защита. Для защиты глаз от излучения используют металлическую ленту с ячеистой конструкцией 0,008 м на 0,008 м., в которых на уровне лица устанавливается натуральное стекло с толщиной 0,003 м, сгибающееся по лицевой стороне. Для защитного процесса работы, для органов дыхания применяется респиратор RMP- 62 по ТУ1-301-052181. Специализированные одежды по ГОСТ 12. 4. 03878. Специализированные обуви, защищающие от повышенных температур, ГОСТ 12. 4. 005078. Средства защиты рук – специальная рукавица ГОСТ12. 4. 001078, защита для дерматологических заболеваний ГОСТ 1212. 4. 06879. Требования безопасности для эксплуатируемого оборудования.»[7]

«Главное требование к охране труда, которое предъявляется при разработке техники, автомобилей, отдельных агрегатов и техники в целом, -

безопасность работника в целом. Немаловажно, конечно, чтобы все было комфортно и надежно в использовании. И в настоящее время существуют установленные требования к безопасности труда.

Прежде всего, безопасность применяемого на производстве оборудования обеспечивается грамотной подборкой принципов рабочего процесса, конструктивного решения и элементов рабочего процесса, параметров рабочего процесса и т.д. Но в то же время средства защиты заслуживают особого внимания, а лучше сразу их вписывать в конструкцию прибора. Защитные элементы должны быть многофункциональными, т.е. они должны сразу решать несколько задач. Например, при конструктивных особенностях механизмов станина обязательно должна обеспечивать не только защиту опасных объектов, но и снизить шум при выполнении работ, и минимизировать вибрации, а оградить обширный круг заточного оборудования это действие должно соответствовать системе локальной вентиляции. Что касается систем чрезвычайной опасности, они должны быть выполнены с учетом мониторинга дополнительных показателей государственного надзора по охране окружающей среды. Если есть электропровода, то следует обязательно придерживаться правил устройства электроустановок. В случае использования рабочих с несоответствующим значением некоторых показателей, т.е. это могут быть, например, под высокой влажностью, не соответствующей атмосферному давлению и т.д., и при этом следует также соблюдать требования ГОСТ. Всегда предусмотрены средства для защиты от излучения ионизированных или электромагнитных лучей, загрязнений и лучевого воздействия.»[7]

«Надежность эксплуатации техники зависит от возможности избегания сбоев и нарушений в процессе работы. Ведь самый разный сбой может привести к серьезным последствиям, например, к авариям на производстве или к травмам обслуживающего оборудования персонала. В обеспечении безопасности огромное значение имеет прочность приборов и оборудования. Прочность конструкции определяется прежде всего прочностью основного материала, используемого для производства, и соединительными

элементами. Немаловажными условиями эксплуатации являются, например, наличие смазки или возможность ржавчины в результате воздействия окружающего воздуха, повышенная износостойкость, долговечность работы и т.д.

В процессе обслуживания следует учитывать исправность приборов измерения и контроля, автоматическую систему регулирования и т.д. Если автомат не работает, нужно подключить обслуживающего персонала к работе по ремонту данной неисправности. В зависимости от этого рабочая зона оператора должна быть проектирована в соответствии с возможными физиологическими особенностями и психологическими характеристиками человека и должна учитываться антропометрическая информация. Очень важно, что оператор может максимально быстро, а также грамотно рассчитывать и учитывать все показания контролируемого оборудования, точно воспринимать тот или иной сигнал и т.д. При отсутствии механизмов контроля оператор будет с большой вероятностью быстро утомляться и ошибаться. Для этого нужно, чтобы рычажные и управляющие элементы были беспрепятственно доступны, хорошо расположенные и удобные для использования. Такие элементы чаще всего располагаются на самом устройстве или отдельно расположены на специальном пульте, который находится непосредственно вблизи самого устройства.»[7]

«Абсолютно любой вид оборудования должен быть удобен для обслуживания и ремонта, разборок, настроек, смазок и т.д. В общем, в процессе работы не должны быть проблемные участки.

Степень нагрузки на персонал, работающий на основном оборудовании, связана прежде всего с физическими нагрузками, но следует учесть и психологические нагрузки. Ведь при работе обстановка играет очень сильное значение, и даже выбор цветов в большинстве случаев очень важен.

Инструкция по безопасности для механика-слесаря сборочной работы
Основной требование к рабочему процессу

1. Важно полностью привести свою робу в порядок, закрепить рукава, и таким образом защитить руки. В общем, сделать все, чтобы ничего

развивающегося не было, которое может зацепить оборудование. Одежда рабочей униформы должна обязательно соответствовать стандартам индивидуального защитного средства.

2. В процессе эксплуатации специальные смазывающие и охлаждающие жидкости необходимо использовать лишь закрытую обувь, наносить защитный состав на руки, а в зоне повышения шума применять беруши или наушники.

3. Рабочая площадка должна быть чистой и полной готовности к рабочему процессу сборки или изготовления необходимых деталей.

4. Проверьте фронт работы и составьте алгоритм действия, подготовьте необходимые инвентари и разместите все на месте, чтобы пользоваться удобно. Важно знать, что все инструменты и приборные панели должны быть тоже в полном состоянии, исправны, полностью работают, а также чистыми.

5. Убедитесь, что все элементы, поступившие на сборку конкретного участка, находятся в соответствующем контейнере или таре, а все соответствует установленным правилам.

6. Всё пусковое оборудование должно быть нормально, а также ограждение или блок оборудования автоматики должны быть в наличии.»[7]

«Требования к безопасной работе

1. При подготовке нужно проверить исправность сборочных агрегатов, электрических и пневматических инструментов на холостой езде. При необходимости проводить настройку освещения так, чтобы зону рабочего места было хорошо видно и все было освещено и работать было удобно.

2. В механизме работы на механических прессах соединение осуществляется только с помощью клавиш или двуручных переключателей. При движении ручной кнопки трогать детали категорически запрещается, а также блокировать кнопки входа и выхода.

3. При использовании ударного оборудования необходимо использовать специальные защитные экраны или очки и принимать ряд мер для исключения риска получения травм.

4. Это те действия, которые недопустимы:

- Работы на сборочной конструкции прессового производства при снятии или даже при неисправности ограждений.

- Загружать детали при работающем устройстве, тем более, если имеются вращающиеся элементы.

- Нельзя позволять посторонним людям попасть на рабочую зону.

- Исключить технику самопроизвольно работающую, переключиться на автоматическую или принудительное воздействие на электрические клапаны, заблокировать ограждение, выключатель и т.д. Так как в этом случае это повышает риск травмирования рабочего класса.

- Начинать работу при неисправном сигнальном устройстве на пульте, указывающем на включение линии или отключение её.

- Начинать рабочий процесс или работу без надежного закрепления обрабатываемого элемента и даже при неправильном расположении этого компонента.

- В процессе эксплуатации оборудования можно самостоятельно опустить подъемные механизмы, транспортные устройства и механизмы поворотов, механизмы и т.д.»[7]

- «Установка или демонтирование, крепление изделия или инструмента, измерение деталей и проведение других манипуляций, не предусмотренных технологиями выполнения этой работы.

5. При переходе по линии транспорта использовать мост.

6. Обязательно выключите оборудование из их сетей:

- Если оператор уезжает с работы даже если он вернется через несколько минут. Но не в том случае, если обслуживание поручено несколькими станками.

- В случае прекращения работы на определенное время.

- В случае перерыва в подаче электроэнергии.

- В процессе ремонта, уборки или смазки, чистки и т.д.

- Если у вас есть проблемы, которые нужно исправить.

7. При необходимости подтягивайте гайки и болты и другие элементы соединения.

8. Все съемные элементы из контейнера нужно устойчиво укладывать на заранее установленное место. Никогда не нужно перебрасывать их.

9. В процессе работы сверловых установок или такого оборудования, прежде всего, необходимо провести инструктаж по эксплуатации. Деталь обработки только если деталь крепится максимально крепко в ящиках или планках на столе.

10. Не работайте в перчатке или не трогайте сверла при вращении. Возникающие стружки при работе можно устранить только взяв щетку или крючок, а также только после окончательного торможения элемента вращения.»[7]

«Требования к безопасности при завершении процесса работы:

1. Надо полностью проверять технику, убедиться, что все отключено.
2. Ручной инструмент должен быть положён на место.
3. Убедитесь в том, что жидкость смазывания и охлаждения находится на своем месте.
4. Привести робу в порядок.
5. Оставьте посторонние вещи в своем ящике, чтобы в руках не было ничего лишнего.

Принципы пожарной безопасности в рабочем месте

В настоящее время пожарная безопасность является полноценным комплексом организационных и технических мер, направленных на предотвращение воздействия опасного стечения обстоятельств на работников при пожаре и минимизацию материального ущерба.»[7]

«Защита промышленных объектов начинается с выбора лучших средств пожарной и охранной безопасности, группировки опасных факторов пожара на производстве и использования негорючих материалов. Важно ограничить распространение огня в открытых очагах. Оградите взрывоопасные зоны заборами и защитными устройствами. Необходимы системы контроля дыма, планы эвакуации и автоматическая сигнализация. Важны оценки пожарной безопасности и эффективности.

Строительные нормы и правила делят производственные помещения и здания, подверженные взрывоопасным и аварийным ситуациям, на категории А, Б, В, Г и Д. Например, зона изготовления деталей узлов - это зона Г.

Если при обработке выделяется лучистое тепло и искра, то в случае пожара используется порошковый огнетушитель ОП-10А.

Защита электробезопасности на производстве

Производственный участок сборочной единицы относится к особо опасным, так как относительная температура достигает 70 градусов. Химическая среда очень активна, что негативно сказывается на изоляции электрооборудования. Необходима определенная конструкция установки, технические средства и меры защиты.»[7]

«Основными техническими методами и средствами защиты от электрического тока являются заземление, разделение и отключение сетей. Необходимо правильно изолировать токоведущие части. Также необходимо наличие знаков безопасности, защиты и ограждений в соответствии с установленными нормами.

Экологическая инспекция объекта

Для защиты людей и атмосферы необходимо принимать меры по соблюдению допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.

Для защиты атмосферы на предприятии используются специальные очистные сооружения в помещениях, где расположено покрасочное или заточное оборудование. Это оборудование и меры предназначены только для этой цели и должны применяться в случае необходимости:

1. Обеспечение механических устройств, в которых пыль образуется под действием силы тяжести, центробежных сил или просто по инерции.
2. Присадки к топливу для снижения вредных выбросов.

На производстве также создаются скважины для воды, в том числе для воды из автомойки. Сточные воды от домашних хозяйств и предприятий направляются в канализацию, где проходят очистку. Другие виды сточных вод очищаются с помощью специального оборудования. Сначала удаляются

взвешенные частицы, дисперсные и коллоидные вещества. Наконец, все продукты собираются и уничтожаются водой с поверхности.»[7]

Для очистки ливневой канализации и автоочистки используется специализированное оборудование LWD и люди. К ним относятся:

1. Песок.
2. Скребок.
3. Фильтрация.
4. Автоматическое удаление углеводов.
5. Усадка.

Результаты подтверждаются путем отбора проб и проведения лабораторных анализов. «Если проба, взятая на производстве, превышает норму, необходимо внести изменения в технологические процессы или систему очистки.

В случае возникновения аварийной ситуации все оборудование отключается. Это включает в себя:

1. При попадании посторонних предметов в транспортную линию автоматической линии они отводятся на позицию загрузки или разгрузки.
2. Если человек находится в опасной зоне.
3. Если происходит возгорание электрооборудования.
4. В случае короткого замыкания.
5. Если элемент при транспортировке будет неправильно направлен на рабочее место.
6. При эксплуатации любого оборудования, которое может нанести серьезный ущерб.»[7]

«Если сотрудник получил травму, он должен оказать первую помощь и сообщить об этом начальству. Пострадавшего следует направить в медицинское учреждение.

В случае пожара или стихийного бедствия необходимо обеспечить быструю эвакуацию персонала. В соответствии со СНиП П-2-80 должно быть не менее двух пожарных выходов.

1. В зависимости от размеров и расположения помещения в нем должна быть только одна дверь, ведущая к пожарному выходу.

2. На площади не менее 110 кв. м допускается работа 5 человек при сборке или изготовлении соответствующих деталей категорий А, Б и Е.

3. Если площадь составляет 300 квадратных метров и более, то должны работать не менее 25 человек с категорией В.

4. На площади более 600 квадратных метров с производственной категорией D должна работать бригада из 50 человек.

Небольшая заметка, чтобы сообщить, что выход из проема эвакуационной лестницы с первого этажа устанавливается в помещении, расположенном исключительно в первой комнате на первом этаже. Ширина лестничного проема должна быть не менее 70 см, а уклон - 1:1 и не более. Если компания соблюдает все установленные нормы и требования, то проблем не возникнет даже в экстренных ситуациях. Это действительно важно, ведь от этого зависит безопасность всех наших любимых сотрудников и эффективность рабочего процесса. Если у нас есть хорошая система защиты работников, мы можем минимизировать риски и потери компании в чрезвычайных ситуациях.»[7]

4 Технологическая часть

4.1 Анализ технологичности конструкции изделий

«Общее требование к технологической конструкции изделий: возможность сборки узлов, потому что в конструкции есть сборочные единицы, которые допускают независимое сборку; возможность одновременной и самостоятельного присоединения узлов к базовым элементам изделия; возможность автоматического механизма сборки; инструментальный доступ; пригодность для контроля качества сборки, применение несложной сборочной конструкции; использование методик обеспечения точностью.»[5]

4.2 Разработка технологической схемы сборки

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

Технологический процесс сборки включает в себя следующие виды работ: подготовительные работы, мойки, сортировки и т.д.; слесарные и пригоночные; собственно сборка деталей к сборочным единицам и изделиям свинчивания, запрессовки, клепки, сварки, пайки и др.; регулируемые; контрольные и демонтажные с частичной разборкой изделий с целью подготовки их к упаковке и транспортировке.

Процессы сборки зависят от конструкции изготовленного изделия, степени его дифференциации. Наиболее полные и достоверные представления о свойствах сборки изделий, о технологических свойствах и возможности

организации сборочного процесса дают схема сборки изделий и установка в процессе сборки. В этом случае изделие делится на группы, подгруппу и деталь. Сборная единица, которая непосредственно включена в изделие, называется группой. Сборная единица, входящая в изделие, входящее в группу, называется под группой. Если сборная единица прямо входит в группу, то ее называют подгруппой первой категории. Сборная единица, входящая в первую группу, называется группой второй группы и так далее.»[5]

«На схеме составные части изделий обозначаются прямоугольниками, разделенными на 3 части: 1 верхняя часть вписывает название составной части, 2 нижняя левая часть - название составной части. 3 в нижнем правом углу - число составных части. Графический образ в виде условного обозначения последовательности изготовления изделия или составной части его называется схемой изготовления изделий. При проектировании операций сборки определяются последовательность, возможность совмещения времени технологического перехода, выбираются оборудования, приспособлений и инструментов, составляются схемы монтажа оборудования, устанавливаются режимы работы и определяются нормы времени для технологических операций и соответствующих разрядов сборщика. Сборные операции строятся на принципе дифференциальной и концентрационной дифференциации. Дифференциальная операция позволяет выполнять параллельно узлы и общие сборки и использовать высокопроизводительные сборочные машины. Это уменьшает длительность сборки, а следовательно, увеличивает производительность работы. Дифференциация операций используется при сборке поточного типа, концентрация – во всех других ситуациях.

При концентрации процессов технологические переключения выполняются параллельно, последовательно или параллельно последовательно. Последовательность операций сборки определяется на основании схем сборки и монтажа изделий при сборке с учетом следующих требований: ранее выполненные операции должны не осложнять выполнение следующих операций; разбивка процесса на операциях должна производиться

с учетом того, что такт сборки должен быть выполнен; после выполнения операций с регулированием или пригонкой, и после выполнения операций, когда может произойти брак, следует предусмотреть контрольную операцию.»[5]

4.3 Составление перечня сборочных работ

«Перечень составляется в виде таблички, содержащей названия сборочных работ по последовательности, определяемой технологическими схемами общего и узлового сбора, а также данные о нормировании всех требуемых видов сборки. Эти работы очень разнообразны, и они могут быть определены только при расчете и анализа конкретных условиях сборки: полностью и точностью механических обработок деталей, поставленных на сборку, принятых методов достижения точки замыкания, принятых технологических способов выполнения соединений и т.д.»[5]

«В зависимости от целевого назначения работа может быть разделена на: механические обработки, выполняемые в цехе сборки; упаковка, распаковка, производство отдельных деталей; с изготовлением соединений деталей, узлов; работы, связанные с методами подъема и регулирования;

Описание технологических процессов изготовления. В этом процессе характеризуется в первую очередь установившийся объект производства, который выявил отнесение этого к массовым производствам.

При большом объеме производства продукции это позволяет закреплять операции за определенное оборудование с его расположением в технологическом порядке по потоку, с широким использованием специального оборудования и механизации и автоматизации процессов производства, строгим соблюдением принципа совместимости, что позволяет резко сократить время производства сборки.

Высшая форма массового производства – это производство в непрерывном потоке, которое характеризуется тем, что каждая операция технологической линии равна времени по всем потокам, что обеспечивает

производство обработки и сборки без задержек в строго установленные сроки.

Для осуществления операций, которые не укладываются в установленную такту, используются дополнительные орудия. При потоке перемещение с позиции в позицию происходит непрерывно принудительно, что позволяет параллельно, одновременно выполнять все операции на технологическом участке.

Перечень сборочных работ представлен в виде таблицы 15.»[5]

Таблица 15 – Перечень сборочных работ

№ опер	Содержание основных и вспомогательных работ	Время t_{on} , мин.
1	2	3
1. Общая сборка прицепа-контейнеровоза		
1	Взять раму прицепа	0,04
2	Установить в приспособление раму прицепа	0,07
3	Взять переднюю балку в сборе	0,04
4	Установить переднюю балку в сборе в приспособление	0,06
5	Установить переднюю балку в сборе на раму	0,04
6	Взять передний кронштейн в сборе	0,06
7	Установить передний кронштейн в сборе в приспособление	0,04
8	Установить передний кронштейн в сборе на раму	0,06
9	Взять передний стык рамы	0,04
10	Установить передний стык рамы на раму	0,08
11	Взять средний стык рамы	0,09
12	Установить средний стык рамы на раму	0,06
13	Взять задний стык рамы	0,04
14	Установить задний стык рамы на раму	0,06
15	Взять заднюю балку прицепа в сборе	0,04
16	Установить заднюю балку прицепов в сборе на раму	0,08
17	Взять заднюю балку фонарей	0,04
18	Установить заднюю балку фонарей на раму	0,07
19	Взять переднюю тележку в сборе	0,04
20	Установить переднюю тележку в сборе на раму	0,06
21	Взять поворотный подшипник прицепа	0,04
22	Установить поворотный подшипник на раму	0,06
23	Взять заднюю ось прицепа	0,04
24	Установить заднюю ось прицепа в сборе на раму	0,06
25	Взять переднюю ось прицепа в сборе	0,04
26	Установить переднюю ось прицепа в сборе на раму прицепа	0,08
27	Взять колёса прицепы в количестве четырёх штук	0,09
28	Установить колёса прицепа на оси прицепа	0,06
29	Взять колёсные гайки прицепа	0,04
30	Наживить и завернуть колёсные гайки прицепа	0,06

Продолжение таблицы 15

1	2	3
31	Взять дышло в сборе	0,04
32	Установить дышло в споре на раму прицепа	0,06
33	Взять кронштейны крыльев прицепа	0,04
34	Установить кронштейны крыльев прицепа на раму	0,08
35	Взять баллоны ресивера пневмосистемы прицепа	0,09
36	Установить баллоны ресивера пневмосистемы прицепа на раму прицепа	0,06
37	Взять корзину запаски прицепа	0,04
38	Установить корзину запаски прицепа на раму прицепа	0,06
39	Взять кронштейн крепления главного крана пневмосистемы прицепа	0,04
40	Установить кронштейн крепления главного крана пневмосистемы прицепа на раму прицепа	0,08
41	Взять запасное колесо в сборе	0,04
42	Установить запасное колесо прицепа в сборе в корзину запаски прицепа и закрепить его там	0,04
43	Взять задние крылья прицепа	0,06
44	Установить задние крылья прицепа на раму прицепа прикрепив их кронштейном крепления крыльев	0,04
45	Взять передние крылья прицепа	0,08
46	Установить передние крылья прицепа на раму прикрепив их кронштейном крепления крыльев	0,09
47	Взять правое ограждение прицепах	0,06
48	Установить право ограждение прицепа на раму прицепа	0,04
49	Взять левые ограждения рамы прицепов в сборе	0,06
50	Установить левое ограждение рамы на раму прицепа	0,04
51	Взять ящик для инструментов	0,08
52	Установить ящик для инструментов на раму прицепа	0,04
53	Взять отбойники прицепа	0,08
54	Установить на заднюю часть рамы отбойники прицепа	0,04
Всего	$\sum t_{on}$	2,29

Определение трудоёмкости сборки.

«В соотнесении с перечнем деятельности, приведённом в плане комплектации, проводится распределение работ по данным регламента. В этих регламентах приведены нормы оперативного времени t_{op} на

механосборочные и второстепенные переходы. Итоги распределения деятельности сводят в соответствующую графу.

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

$$t_{оп}^{общ} = \sum t_{оп} = 2.29 \text{ мин}$$

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

$$t_{шт}^{общ} = t_{оп}^{общ} + t_{оп}^{общ} * \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (53)$$

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

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

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

$$\text{Тогда } t_{шт}^{общ} = 2.29 + 2.29 \cdot 0.05 = 2.41 \text{ мин}$$

4.4 Определение типа производства

«Тип производств при сборке должен определяться в соответствии с годовым выпуском изделий, а также определённым суммарным числом трудоёмкости сборки узла.

В нашем случае $N = 100000$ шт.; , поэтому принимаем крупносерийное производство.

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

$$T_g = \frac{F_g * 60 * m}{N}, \quad (54)$$

«где F_g – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного

оборудования в одну смену, час;

m – количество рабочих смен в сутки;

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

$$T_{\text{с}} = 4015 * \frac{60}{100000} = 2,41 \text{ мин.}$$

4.5 Выбор организационной формы сборки

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

Для крупносерийного производства применяют подвижную поточную сборку с расчленением процесса на операции и передачей собираемого объекта от одной позиции к другой посредством механических транспортирующих устройств.»[5]

4.6 Составление маршрутной технологии

«Технология маршрутизации включает в себя установление последовательностей и содержание технологических операций общего и узлового сбора. Последовательность изготовления определяется на основании технологических схем общего и узлового сбора. Формирование содержимого операций должно быть проведено с учетом однородности и законченности работы. Признак завершения этапа работы – целостность соединений при изменении положения или транспортировке сборочного объекта. Для формирования операций массовых и крупных производств из общей номенклатуры работ в плане исключается работа, которая может быть выделена вне общих и узловых сборок: упаковки, промывки, продувки, очистки, контроля входа. Технологический маршрут производства изделий оформляется в таблице, где приводятся данные о номерах, наименованиях операций, их содержании без разграничения по техническому переходу,

технологическому оборудованию и временной норме. Техничко-технические операции, связанные с процессом сборки, им присваиваются номера: 005, 010 и так далее. В список технологических маршрутов должны быть введены операции по техническому контролю и другим вспомогательным операциям по регулированию, балансировке, подгонке и так далее. Свое название сборочной операции получается по типу сборки общего или узлового типа и по названию изделия или единицы сборочной группы. Сведения о оборудовании представлены в виде наименования типа, без указания модели техники.

Маршрутная технология представлена в виде таблицы 16.»[5]

Таблица 16 – Маршрутная технология

№ опер	Название операции	Наименование технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, мин
1	2	3	4	5
005	Общая сборка прицепа	<p>Взять раму прицепа</p> <p>Установить в приспособление раму прицепа</p> <p>Взять переднюю балку в сборе</p> <p>Установить переднюю балку в сборе в приспособление</p> <p>Установить переднюю балку в сборе на раму</p> <p>Взять передний кронштейн в сборе</p> <p>Установить передний кронштейн в сборе в приспособление</p> <p>Установить передний кронштейн в сборе на раму</p> <p>Взять передний стык рамы</p> <p>Установить передний стык рамы на раму</p> <p>Взять средний стык рамы</p> <p>Установить средний стык рамы на раму</p> <p>Взять задний стык рамы</p> <p>Установить задний стык рамы на раму</p> <p>Взять заднюю балку прицепа в сборе</p> <p>Установить заднюю балку прицепов в сборе на раму</p> <p>Взять заднюю балку фонарей</p> <p>Установить заднюю балку фонарей на раму</p> <p>Взять переднюю тележку в сборе</p> <p>Установить переднюю тележку в сборе на раму</p> <p>Взять поворотный подшипник прицепа</p> <p>Установить поворотный подшипник на раму</p> <p>Взять заднюю ось прицепа</p> <p>Установить заднюю ось прицепа в сборе на раму</p> <p>Взять переднюю ось прицепа в сборе</p> <p>Установить переднюю ось прицепа в сборе на раму прицепа</p> <p>Взять колёса прицепы в количестве четырёх штук</p> <p>Установить колёса прицепа на оси прицепа</p> <p>Взять колёсные гайки прицепа</p> <p>Наживить и завернуть колёсные гайки прицепа</p>	<p>Специальное установочно-зажимное приспособление</p> <p>Грузонесущий подвесной конвейер</p>	2,41

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
005	Общая сборка прицепа	<p>Взять дышло в сборе Установить дышло в споре на раму прицепа Взять кронштейны крыльев прицепа Установить кронштейны крыльев прицепа на раму Взять баллоны ресивера пневмосистемы прицепа Установить баллоны ресивера пневмосистемы прицепа на раму прицепа Взять корзину запаски прицепа Установить корзину запаски прицепа на раму прицепа Взять и установить кронштейн крепления главного крана пневмосистемы прицепа на раму прицепа Взять запасное колесо в сборе Установить запасное колесо прицепа в сборе в корзину запаски прицепа и закрепить его там Взять задние крылья прицепа Установить задние крылья прицепа на раму прицепа прикрепив их кронштейном крепления крыльев Взять передние крылья прицепа Установить передние крылья прицепа на раму прикрепив их кронштейном крепления крыльев Взять правое ограждение прицепах Установить право ограждение прицепа на раму прицепа Взять левые ограждения рамы прицепов в сборе Установить левое ограждение рамы на раму прицепа Взять ящик для инструментов Установить ящик для инструментов на раму прицепа Взять отбойники прицепа Установить на заднюю часть рамы отбойники прицепа</p>	<p>Специальное установочно-зажимное приспособление Грузонесущий подвесной конвейер</p>	2,41

Вывод

Техническая часть данной работы привела к созданию подробной карты маршрута, как показано в таблице выше, и блок-схемы на рисунке А1.

5 Экономическая эффективность проекта

Когда речь идет о дипломном проекте по разработке прицепа-контейнеровоза, очень важно включить в него экономический расчет по нескольким причинам. Во-первых, он дает полное представление о том, является ли проект финансово осуществимым и жизнеспособным. Для этого необходимо рассмотреть затраты на разработку, производство и эксплуатацию прицепа и сравнить их с потенциальными выгодами и доходами, которые он может принести. Экономический анализ помогает определить, является ли проект финансово устойчивым и принесет ли он достаточную прибыль на инвестиции. И это еще не все. Экономические расчеты помогают оптимизировать конструкцию прицепа-контейнеровоза. Учитывая различные факторы стоимости, такие как материалы, производственные процессы, трудозатраты и эксплуатационные расходы, проектировщики могут принимать обоснованные решения по минимизации затрат при сохранении требуемых стандартов производительности и качества. Например, выбор экономичных материалов без ущерба для целостности конструкции и эффективности может оказать значительное влияние на общую рентабельность проекта.

Кроме того, экономические показатели играют ключевую роль в оценке конкурентоспособности прицепа-контейнеровоза на рынке. Проведя исследование рынка и посмотрев, какие цены устанавливают другие компании, проектировщики могут определить, какой должна быть цена их продукта, чтобы привлечь покупателей и при этом получить прибыль. Понимание экономической ситуации помогает им позиционировать трейлер на рынке наилучшим образом, что повышает его шансы на успех.

Кроме того, экономические расчеты помогают спрогнозировать, сколько денег они заработают и сколько получают обратно в течение жизненного цикла проекта. Для этого нужно определить, сколько денег они заработают, сколько это будет стоить и сколько прибыли они получают со временем, принимая во внимание такие вещи, как то, насколько людям

нужен продукт, сколько стоит его производство и как сильно меняются технологии. Очень важно уметь количественно оценить финансовые выгоды проекта, поскольку это позволяет заинтересованным сторонам принимать взвешенные решения о распределении ресурсов и инвестиций.

В целом, эта отличная идея проекта, а экономические расчеты в дипломном проекте по разработке прицепа для контейнеровоза помогут оценить финансовую целесообразность, оптимизировать конструкцию, оценить конкурентоспособность на рынке и спрогнозировать финансовые показатели. Рассматривая экономические показатели на протяжении всего жизненного цикла проекта, конструкторы могут гарантировать, что прицеп будет не только соответствовать техническим требованиям, но и обеспечивать устойчивую экономическую ценность. Исходные данные для расчета представлены в таблице 18.

Расчетные данные в таблицах 19 – 21.

5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла

«Таблица 17 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>Vгод.</i>	шт.	100000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	114,35
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	119,33
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	124,23
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</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, %.

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>Квом</i>		1		3,15
Всего		-		323,14

$M = 323,14$ руб.

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

$$\Sigma P_{iu} = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100 \quad (55)$$

«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
Болт крепежный	шт.	17,02	10	170,22
Гайка	шт.	5,32	10	53,21
Шайба	шт.	1,96	10	19,60
Шайба пружинная	шт.	1,57	20	31,40
Палец опоры	шт.	22,25	6	133,52
Мезанизм замковый	шт.	157,84	1	157,84
Итого		-		565,79
<i>Ктзр</i>		1,45		8,20
Всего		-		573,99

$P_{iu} = 573,99$ руб.

Расчет статьи затрат "Основная заработная плата»[8]

$$Z_o = Z_t(1 + K_{\text{прем}}/100) \quad (56)$$

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

$$Z_t = C_p \cdot i \cdot T_i \quad (57)$$

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

T_i – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 20 – Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,75	114,35	85,76
Токарная	6	0,65	119,33	77,56
Фрезерная	5	0,46	114,35	52,41
Термообработка	7	0,19	124,23	23,81
Шлифовальная	5	1,00	114,35	114,35
Сборочная	7	1,10	124,23	136,66
Итого		-		490,55
$K_{\text{прем}}$		12		58,87
Всего		-		549,42

$$Z_o = 549,42 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих» [8]

$$Z_{\text{доп}} = Z_o \cdot K_{\text{вып}} \quad (58)$$

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

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

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

$$C_{\text{соц.н.}} = (Z_o + Z_{\text{доп}}) \cdot E_{\text{соц.н.}}/100 \quad (59)$$

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

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

«"Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования"»[8]

$$C_{\text{сод.обор.}} = Z_o \cdot E_{\text{обор.}}/100 \quad (60)$$

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

$$C_{\text{сод.обор.}} = 549,42 \cdot 1,94 = 1065,87 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (61)$$

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

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

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

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (62)$$

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

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

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

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (63)$$

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

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы:»[8]

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (64)$$

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

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

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

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (65)$$

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

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

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (66)$$

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

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

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

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (67)$$

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

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

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (68)$$

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

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

Сравнительная калькуляция представлена 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:»[8]

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (69)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (70)$$

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

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

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (71)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (72)$$

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

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

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

«Определение постоянных затрат:»[8]

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{собзав.}} + C_{\text{ском.}} \quad (73)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{собзав.}} + C_{\text{ском.}} \quad (74)$$

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

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

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (75)$$

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (76)$$

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

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

«Определение амортизационных отчислений:»[8]

$$А_{м.уд.} = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot Н_A / 100 \quad (77)$$

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

$$H_A = 12 \%$$

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

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

$$С_{полн.год.пр.} = С_{полн.с.с.} \cdot V_{год} \quad (78)$$

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

«Расчет выручки от реализации изделия:»[8]

$$В_{ыручка} = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{год} \quad (79)$$

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

«Расчет маржинального дохода:»[8]

$$Д_{марж.} = В_{ыручка} - З_{перем.пр.} \quad (80)$$

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

«Расчет критического объема продаж:»[8]

$$А_{крит.} = З_{пост.пр.} / (Ц_{отп.пр.} - З_{перем.уд.пр.}) \quad (81)$$

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

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

5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (82)$$

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

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

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

$$\Delta = 6682 \text{ шт.}$$

«Объём продаж по годам:»[8]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (83)$$

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

«Выручка по годам:»[8]

$$Выручка.i = Ц_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (84)$$

«Переменные затраты по годам

для базового варианта:»[8]

$$З_{\text{перем.б.}i} = З_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (85)$$

«для проектного варианта:»[8]

$$З_{\text{перем.пр.}i} = З_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (86)$$

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

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{\text{год}} \quad (87)$$

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

«Полная себестоимость по годам для базового варианта:»[8]

$$С_{\text{полн.б.}i} = З_{\text{перем.б.}i} + З_{\text{пост.б}} \quad (88)$$

«для проектного варианта:»[8]

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.}i \quad (89)$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам:»[8]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (90)$$

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

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0.20 \quad (91)$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (92)$$

№Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла, конструкции.»[8]

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (93)$$

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

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

$$\text{Д2} = 150000 \quad \text{циклов}$$

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

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

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Впрод.}i \quad (94)$$

«Дисконтирование денежного потока»[8]

$$\alpha_{it} = 1/(1 + \text{Est}.i)^t \quad (95)$$

«где - $\text{Est}.i$ - процентная ставка на капитал»[8]

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

$$\text{Est}. = 10 \%$$

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

$$\text{ДСП}_i = \text{ЧД}_i \cdot \alpha_i \quad (96)$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока»[8]

$$\Sigma \text{ДСП} = \Sigma \text{ДСП}_i \quad (97)$$

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

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

$$J_0 = K_{\text{инв}} \cdot \Sigma \text{Сполн.пр.}_i \quad (98)$$

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

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

«Чистый дисконтированный доход равен:»[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (99)$$

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

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

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (100)$$

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

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (101)$$

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

На рисунке 4 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж

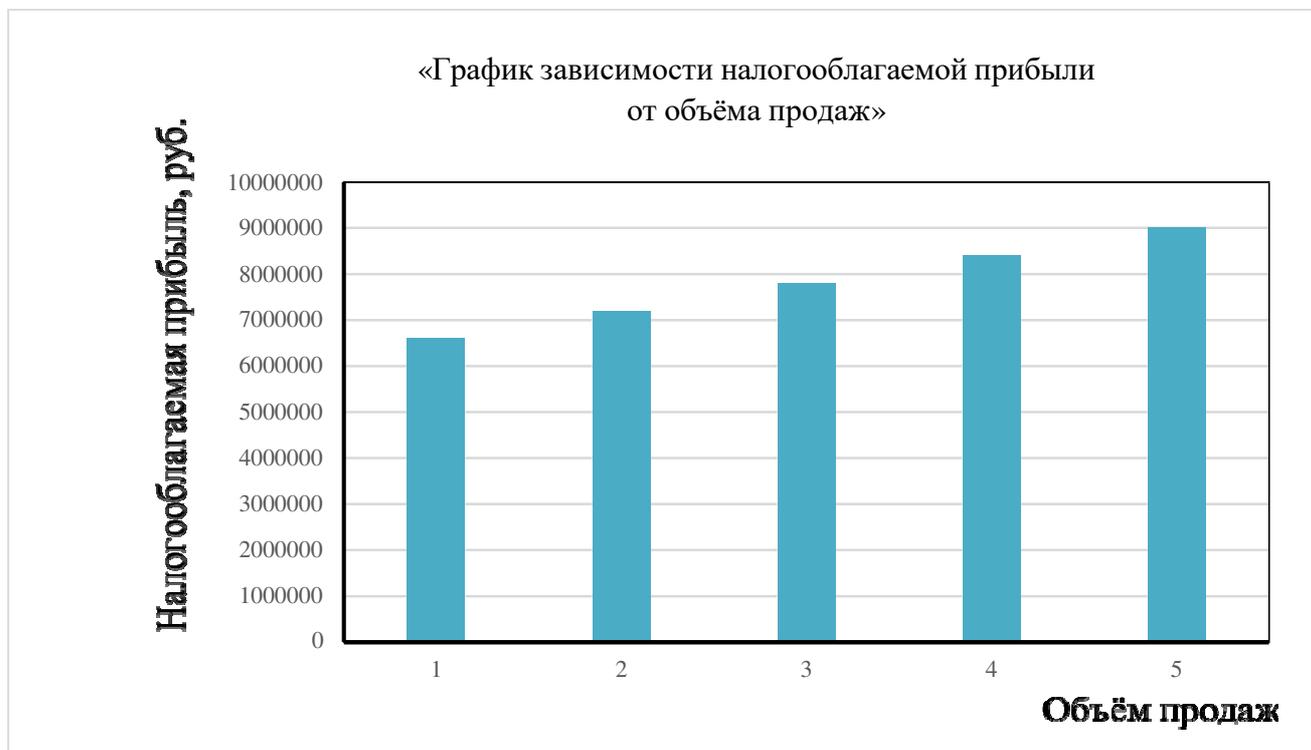


Рисунок 4 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж»[8]

Выводы и рекомендации

Результатом данного раздела является положительный экономический результат с ID 1,66. Это действительно подчеркивает важность экономических расчетов в процессе планирования и проектирования. Высокая стоимость проектирования действительно требует тщательного экономического анализа, особенно в контексте массового производства деталей автомобиля. Очень важно оценить целесообразность применяемой производственной системы и рассчитать социальную эффективность конструкции. В конечном итоге экономическая эффективность проекта в социально-экономической системе зависит от ожидаемого результата совместной экономической деятельности в рамках социальной системы, не связанной ограничениями экономических операций. А прогнозируемая чистая прибыль в размере 728 002 466,61 рубля показывает, насколько велика потенциальная финансовая выгода от запуска проекта в производство. В зависимости от сложности и характера выпускаемой продукции предприятие может получить дополнительный доход и прибыль за счет увеличения объемов производства, повышения качества и конкурентоспособности продукции, а также увеличения рентабельности производства. Низкий уровень риска проекта, о чем свидетельствует прогнозируемый срок окупаемости менее одного года, еще больше усиливает его финансовую жизнеспособность. В целом проект демонстрирует многообещающие финансовые показатели, обеспечивая потенциальную прибыль для инвесторов. Всегда полезно смягчить и застраховать риски проекта, так как это может реально повысить его эффективность и привлекательность. Применимость проекта в автомобильной промышленности подтверждается проведенными комплексными расчетами. Адаптируемость проекта к различным предприятиям, использующим современные технологии и методы организации труда, подчеркивает его практическую пользу. Адаптация к условиям конкретного предприятия - залог успешной интеграции и оптимальных результатов, поэтому очень важно сделать это правильно.

Заключение

Прицепы - действительно важная часть многих транспортных ситуаций. Поэтому их часто называют мобильными устройствами, которые могут использоваться как часть автомобиля. В любом случае они регистрируются в ГИБДД наравне с автомобилем. Прицепы используются в самых разных отраслях, включая сельское хозяйство, животноводство, сельскохозяйственное производство, дорожное строительство, торговлю и другие сферы грузоперевозок.

В данном дипломном проекте речь идет о разработке прицепа для грузового автомобиля с двумя осями, чтобы было удобнее перевозить грузы. Рама состоит из металлической конструкции и передней ведущей рамы в форме буквы А, которую часто называют дышлом. Она опирается на систему крепления фаркопа. Каждая из двух осей имеет полурессорную подвеску с пневматическим амортизатором. Этот прицеп может перевозить самые разные грузы, вплоть до двадцати тонн, что весьма впечатляет! Он также подходит для большинства типов грузов.

Мы провели некоторые расчеты, чтобы убедиться, что прицеп может перевозить различные грузы. Мы представили условия и предложения по разработанному проекту, а также провели расчеты на прочность. Результаты оформлены в виде расчетной части и чертежей. Мы очень рады, что можем сказать: мы уверены, что сможем реализовать этот проект.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.
2. Автомобили: Техническое обслуживание ремонт расчеты / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
3. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, -304 с.
4. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
5. Анурьев В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
7. Горина Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Кисуленко Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
12. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.

13. Лысов М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М.: Машиностроение,1972.–233 с.
14. Малкин В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
15. Осепчугов В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
16. Пехальский А. И. Устройство автомобилей: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / А. И. Пехальский, И. А. Пехальский. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 528 с.
17. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
18. Раскин А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
19. Родичев В. А. Устройство и ТО грузовых автомобилей: Учебник водителя автотранспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 256 с.
20. Унгер Э. В., Машатин В. Н., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. - М.: Транспорт, 1976. – 392 с.
21. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур.—6-е изд., стереотип.— М.: Машиностроение, 1987.—352 с.
22. Черепанов Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
23. Шестопалов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопалов. - 7-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.

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

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

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

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

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

Приложение А

Графики тягового расчета

Внешняя скоростная характеристика

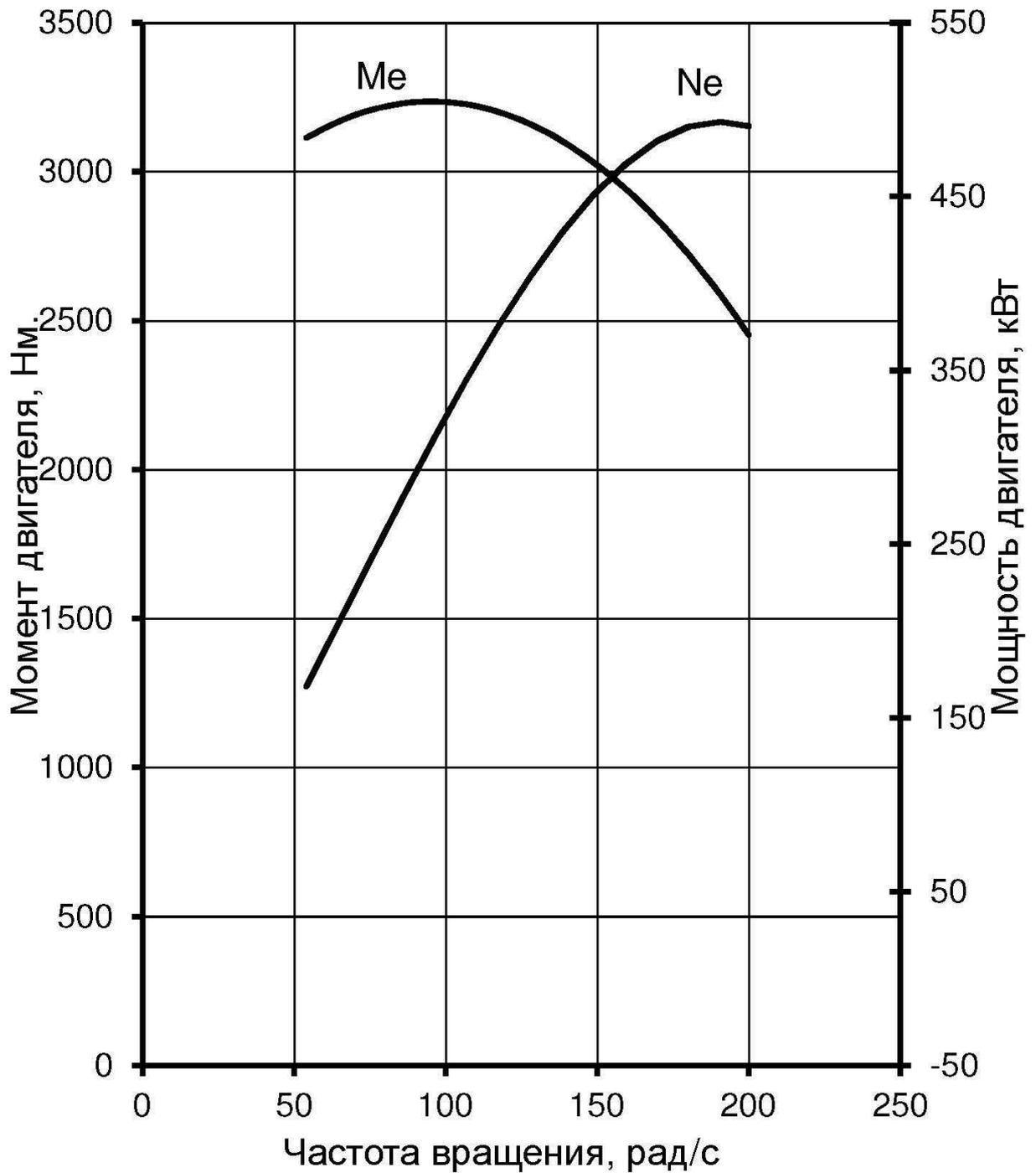


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

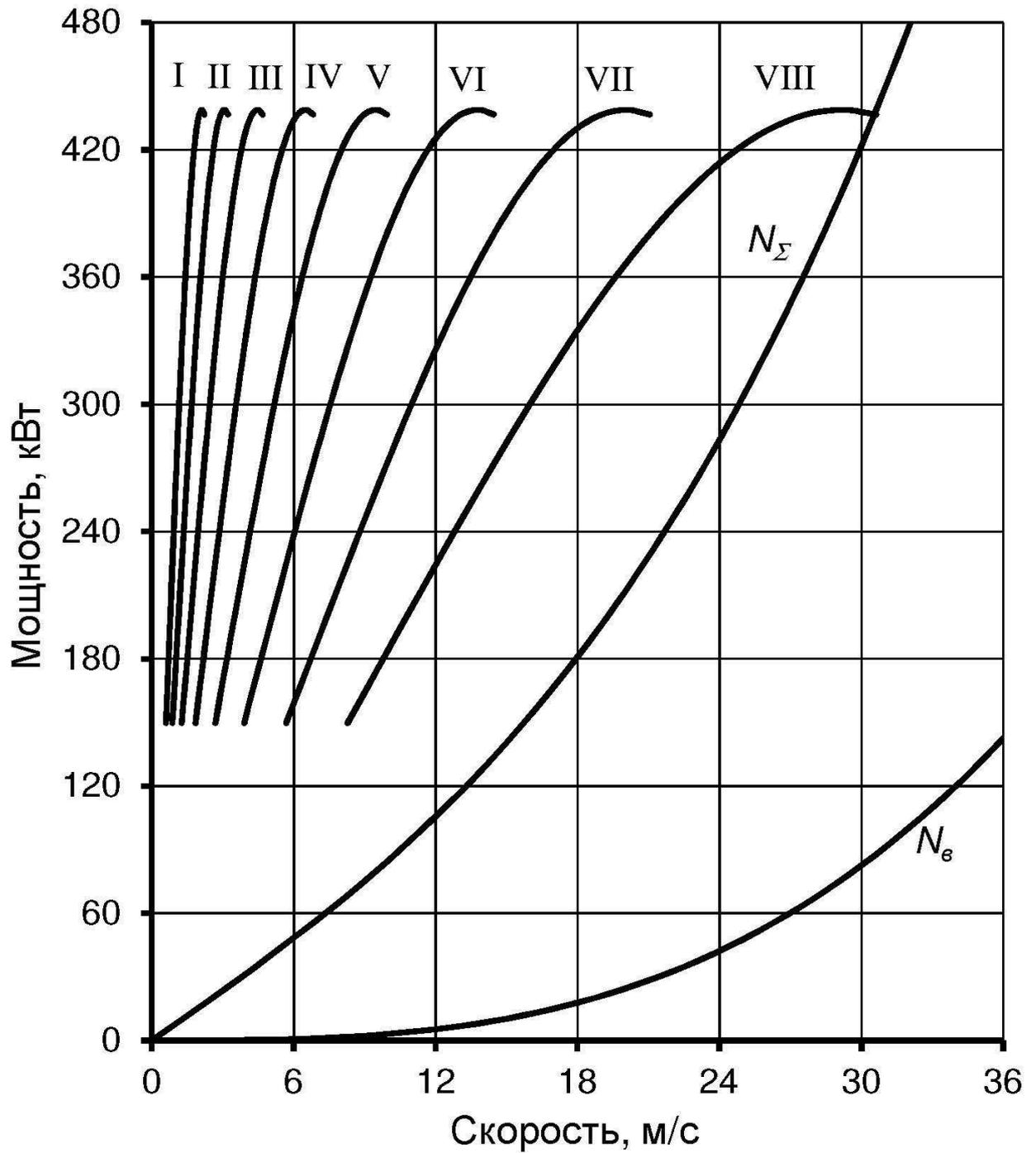


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

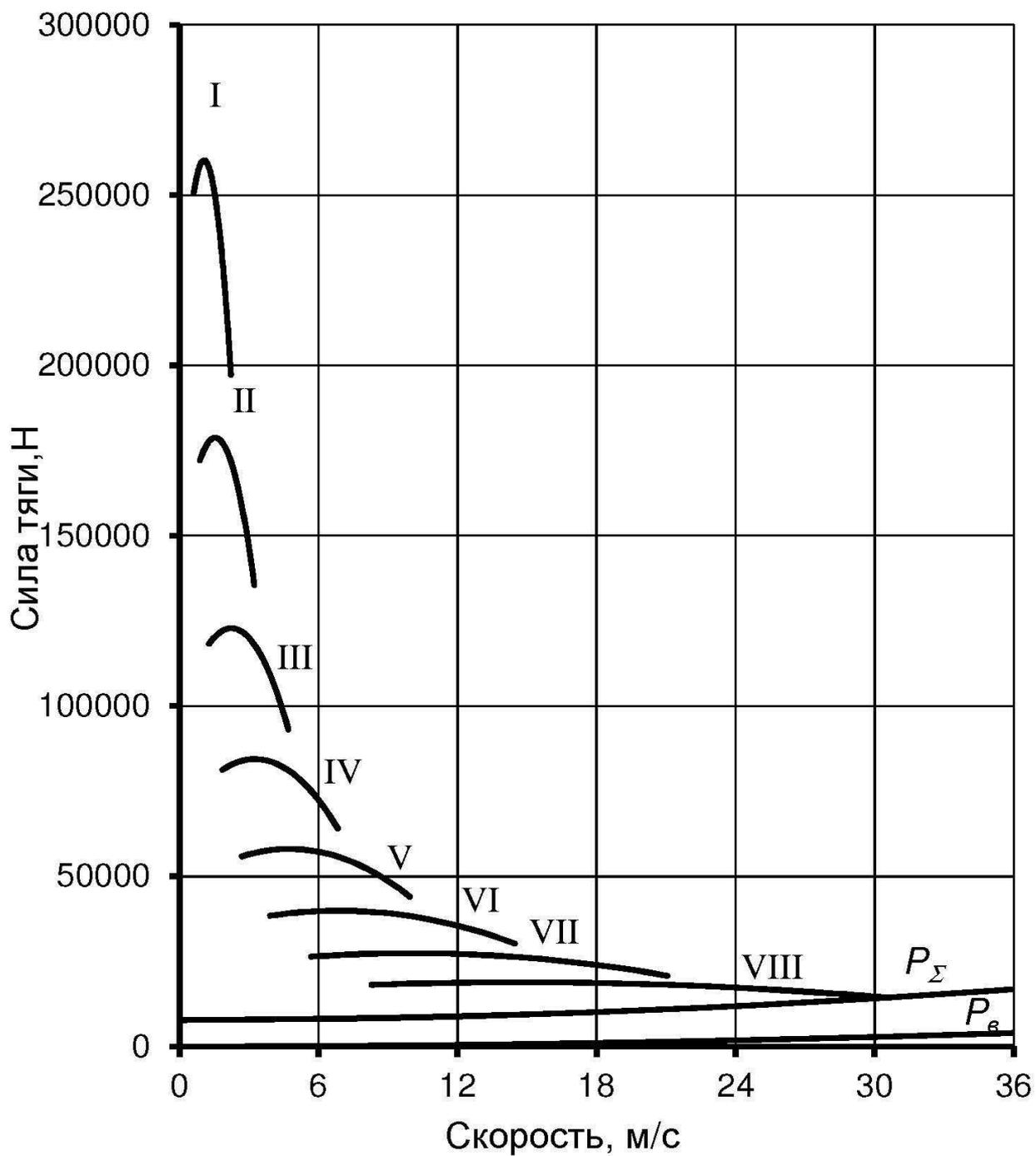


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

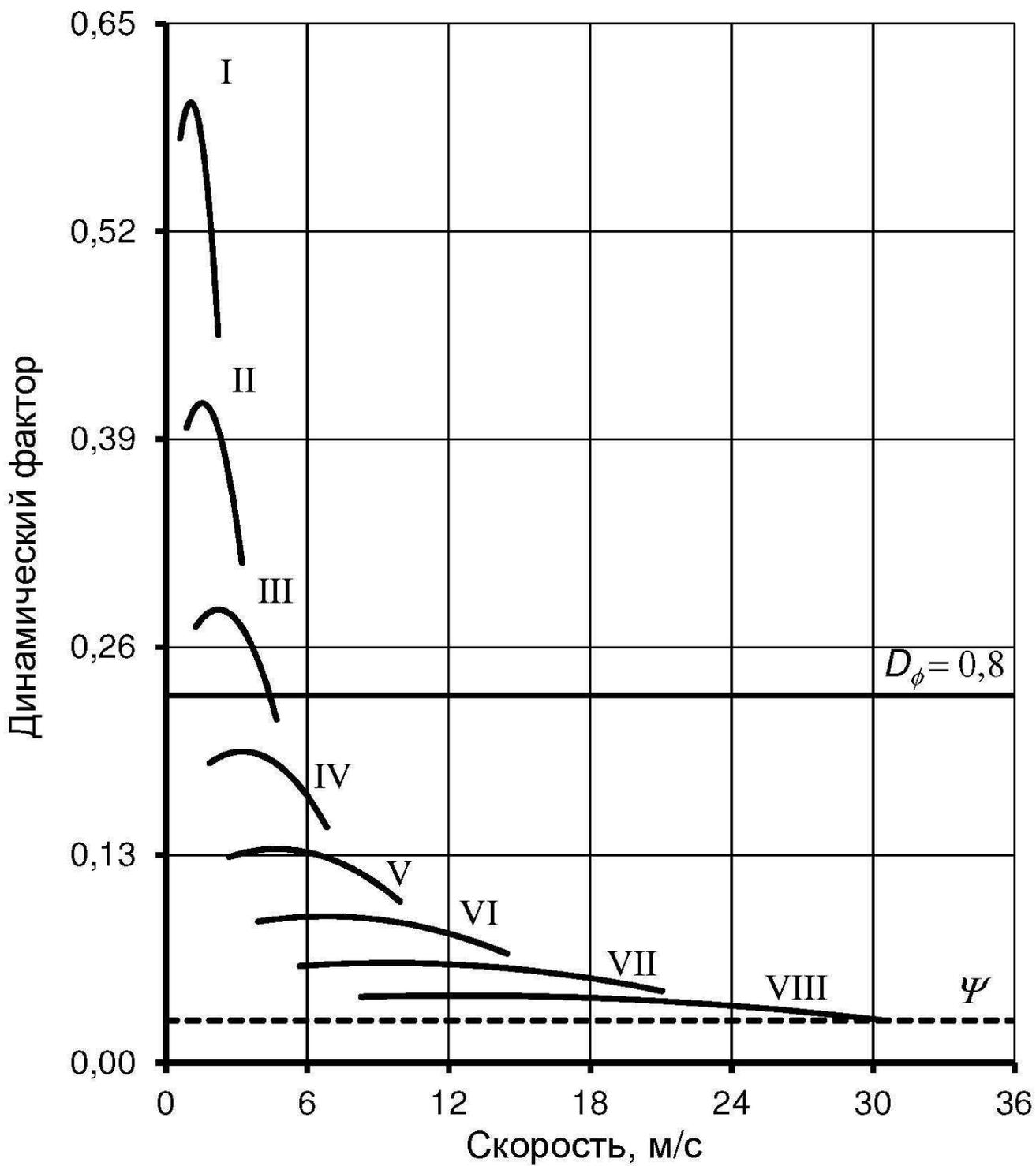


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

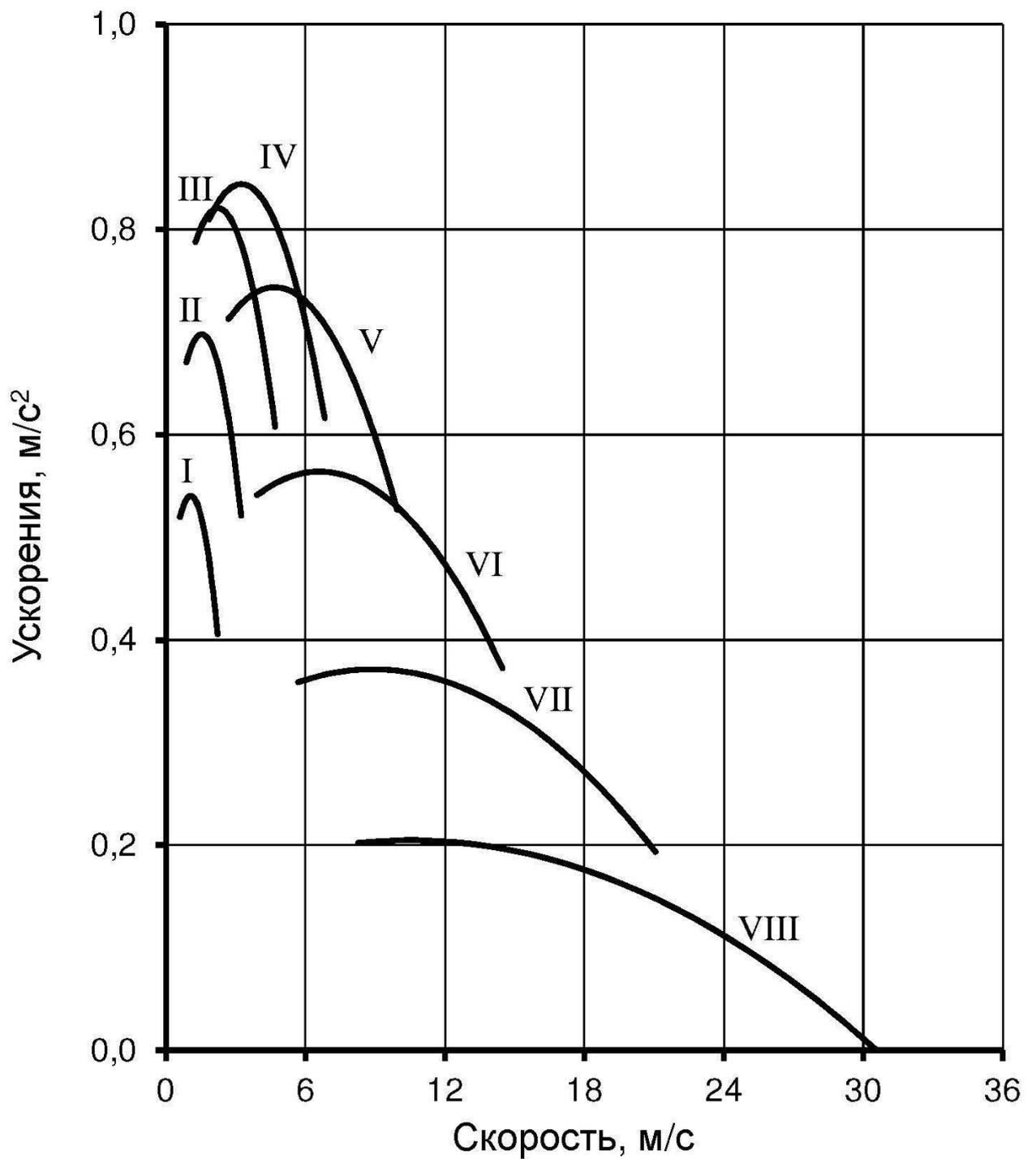


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

Время разгона

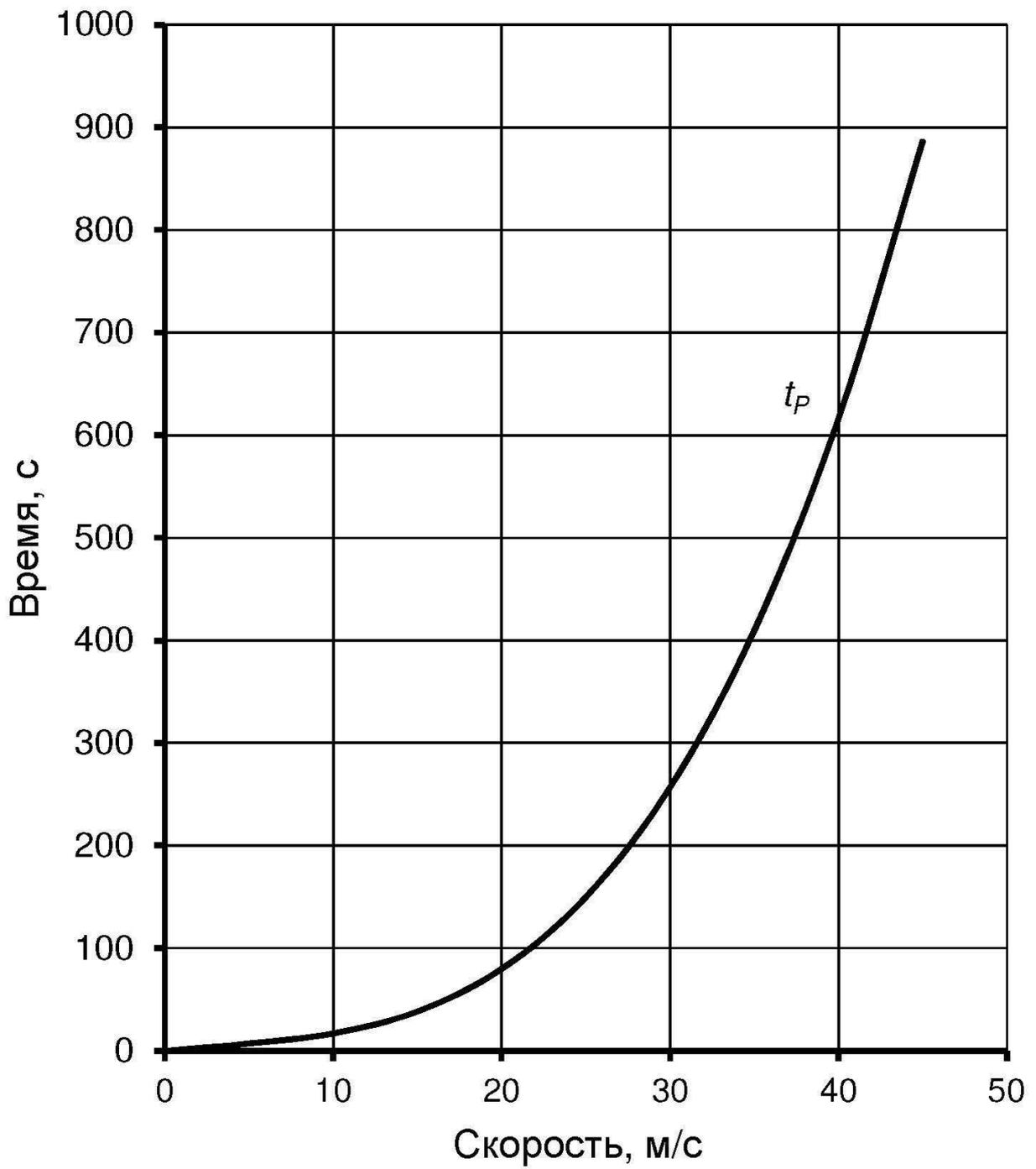


Рисунок А.6 – Время разгона

Путь разгона

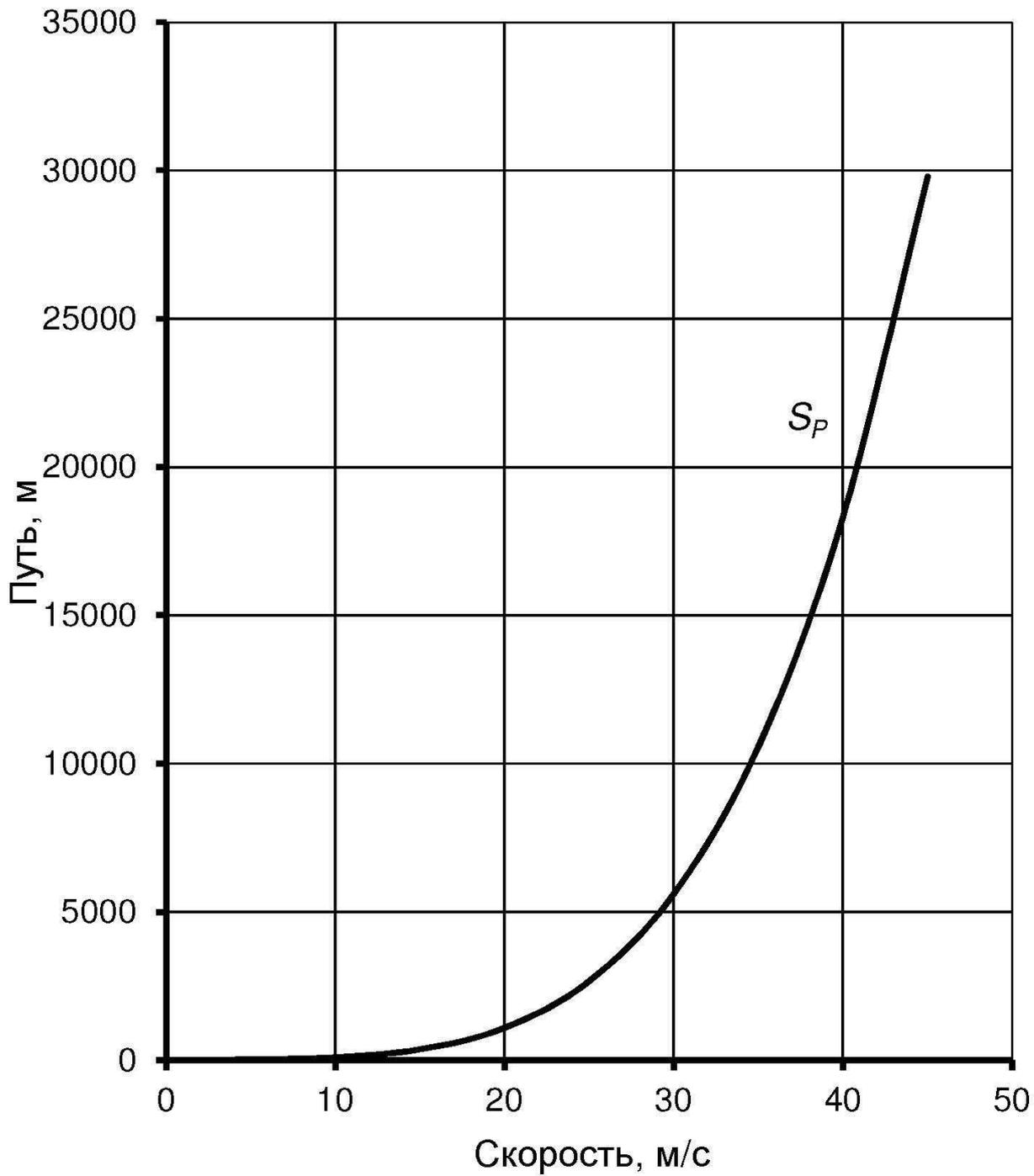


Рисунок А.7 – Путь разгона

Путевой расход топлива

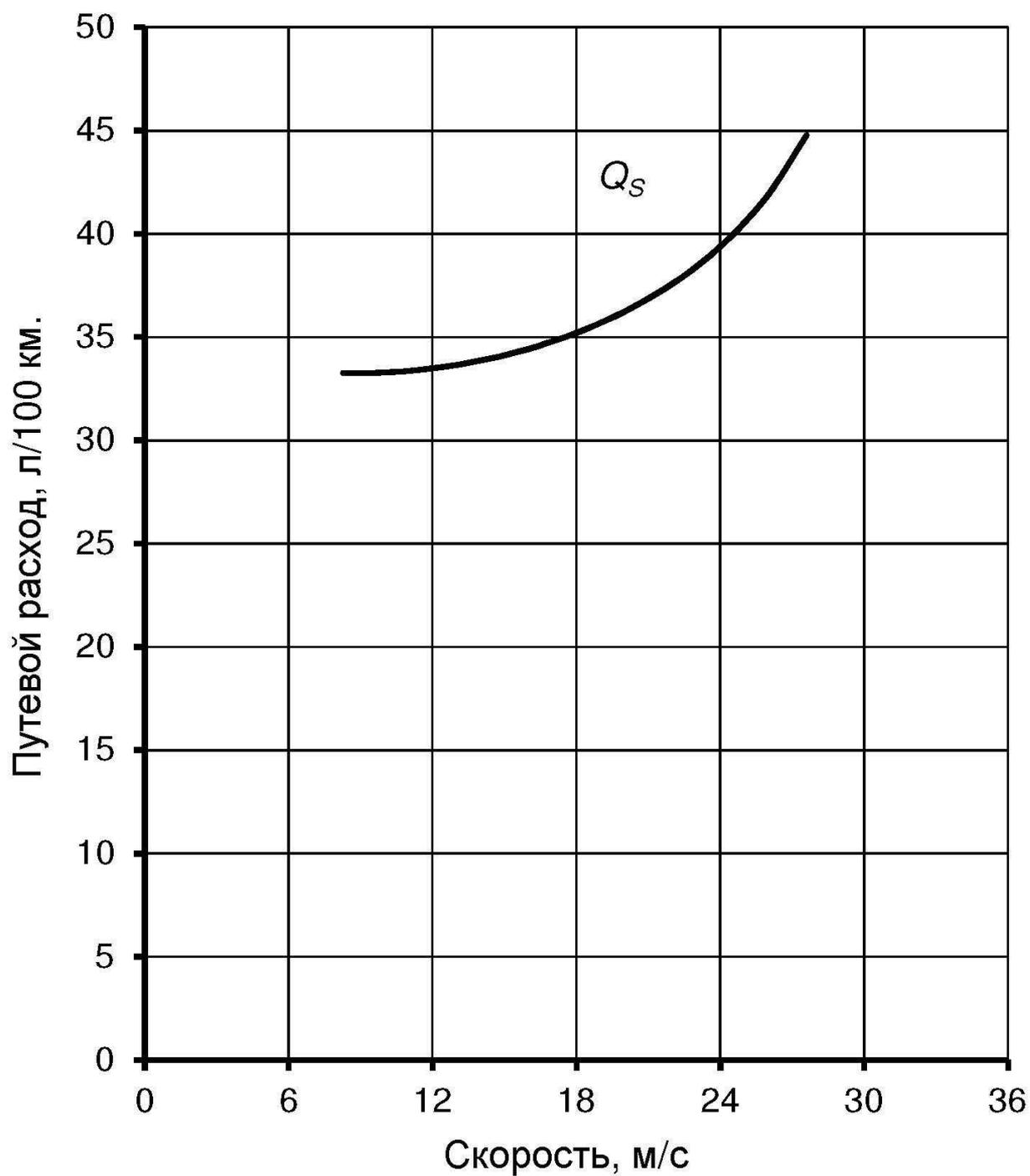


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива