

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Модернизация карданной передачи Niva Travel

Обучающийся

А.С. Нуфер

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Н.С. Соломатин

(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 2023

Аннотация

Данный дипломный проект представляет собой разработку заднего карданного вала привода задних ведущих колес для установки на полноприводный автомобиль 2-го класса Niva Travel. Целью проекта является повышение устойчивости на дороге, удобства обслуживания и безопасности вождения автомобиля, а также достижение максимальной прибыли и повышения конкурентоспособности автомобильного производства.

Пояснительная записка проекта состоит из введения, конструкторской, экономической, безопасности и технологической частей, а также приложения в виде графиков и спецификаций. Общий объем пояснительной записки составляет 100 страницы формата А4, а графическая часть - 8 страниц формата А1. В конструкторской части проекта проведены расчеты на прочность и тягово-динамические параметры автомобиля. Также была разработана и спроектирована новая конструкция карданного вала с использованием трехшипового карданного шарнира типа Трипод вместо шариковых карданных шарниров. Обоснование выбранного варианта заключается в сохранении кузова и минимальных компоновочных изменениях.

В разделе промышленной безопасности и экологии были проведены организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда при сборке приводного карданного вала. В экономической части проекта были проведены расчеты затрат и рассчитана себестоимость модернизированной конструкции, а также рассчитана коммерческая эффективность проекта. На основании проведенных расчетов сделан вывод о целесообразности установки на автомобиль новой конструкции карданного вала. Таким образом, данный проект представляет собой комплексную разработку новой конструкции карданного вала, которая обеспечит устойчивость на дороге, удобство обслуживания и безопасность вождения автомобиля, а также повысит конкурентоспособность автомобильного производства.

Abstract

This diploma project is the development of a rear driveshaft drive of the rear driving wheels for installation on an all-wheel drive car of the 2nd class Niva Travel. The aim of the project is to increase stability on the road, ease of maintenance and safety of driving a car, as well as to achieve maximum profit and increase the competitiveness of automotive production.

The explanatory note of the project consists of an introduction, design, economic, safety and technological parts, as well as an appendix in the form of graphs and specifications. The total volume of the explanatory note is 100 A4 pages, and the graphic part is 8 A1 pages. In the design part of the project, calculations were carried out for the strength and traction-dynamic parameters of the car. A new cardan shaft design was also developed and designed using a Tripod-type three-pin cardan joint instead of ball-type cardan joints. The rationale for the chosen option is to preserve the body and minimal layout changes.

In the section of industrial safety and ecology, organizational and technical measures were carried out to create safe working conditions during the assembly of the drive driveshaft. In the economic part of the project, cost calculations were carried out and the cost of the upgraded structure was calculated, as well as the commercial efficiency of the project was calculated. Based on the calculations carried out, it was concluded that it is advisable to install a new driveshaft design on the car. Thus, this project is a comprehensive development of a new driveshaft design that will ensure stability on the road, ease of maintenance and safety of driving a car, as well as increase the competitiveness of automotive production.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1 Назначение карданных передач	6
1.2 Требования предъявляемые к конструкции карданных передач	7
1.3 Описание конструкции приводных карданных валов	8
1.4 Классификация карданных передач	9
1.5 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию карданного вала	16
2 Конструкторская часть.....	17
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	17
2.2 Расчет деталей привода ведущих колес	32
3 Безопасность и экологичность объекта.....	43
4 Технологическая часть.....	61
5 Экономическая эффективность проекта	73
Заключение	89
Список используемых источников	90
Приложение А Графики тягового расчета	93

Введение

На долю автомобильного транспорта приходится более одной трети грузоперевозок, и он играет значительную роль в общей транспортной системе России. Переход России к рыночной экономике требует всемерного ускорения научно-технического прогресса: интеграции науки и производства, повышения качества продукции, сокращения сроков разработки и внедрения новых технологий. Поэтому вопрос обеспечения завершения качественных проектов в короткие сроки, что необходимо для создания конкурентоспособных автомобилей, приобретает сегодня особую актуальность. Обеспечение завершения качественных проектов в короткие сроки является одним из важнейших аспектов для создания конкурентоспособных автомобилей на сегодняшний день. Это требует от производителей автомобилей постоянной оптимизации процессов проектирования и производства, внедрения новых технологий и методов управления проектами. Для этого необходимо иметь эффективную команду профессионалов, которые могут быстро адаптироваться к новым условиям и быстро реагировать на изменения в рыночной конъюнктуре. Важно также уметь правильно расставлять приоритеты и определять необходимый объем работ для достижения поставленных целей в короткие сроки. В целом, успех завершения качественных проектов в короткие сроки требует от производителей автомобилей высокой организованности, отлаженности процессов и грамотного управления ресурсами. Основными тенденциями в автомобильной промышленности являются: увеличение производства легковых автомобилей с более эффективными дизельными и бензиновыми двигателями; увеличение производства автомобилей, работающих на сжатом природном газе; улучшение конструкции двигателей и коробок передач для снижения удельного расхода топлива; использование электронных систем; улучшение аэродинамики автомобиля; снижение удельного расхода металла; улучшение трудовых ресурсов и техническое снижение трудоемкости.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение карданных передач

Карданные передачи - это механизм передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам автомобиля, расположенный между осью двигателя и осью ведущих колес. Они используются в автомобилях с передним, с задним или полным приводом и являются одной из ключевых компонентов для обеспечения передачи мощности на колеса. Основная задача карданных передач - это обеспечение передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам, сохраняя постоянное расстояние между ними и компенсируя их относительное движение при работе подвески и крена автомобиля. Во многих автомобилях, карданные передачи снабжены шарнирами, которые позволяют компенсировать относительное движение между двигателем и ведущими колесами. Карданные передачи также могут иметь различное число шарниров, которые определяют их тип и способность к компенсации относительного движения. Карданные передачи имеют ряд преимуществ перед другими типами передач, такими как ременные или цепные. Они обеспечивают более надежную передачу мощности, имеют больший коэффициент передачи и имеют более широкий диапазон применения. Карданные передачи также более долговечны и легче в обслуживании. Недостатками карданных передач являются их большие размеры, вес и сложность конструкции, что может затруднять установку и ремонт. Также они могут создавать дополнительные шумы и вибрации, которые могут повлиять на комфорт вождения. В целом, карданные передачи являются важным компонентом автомобиля, обеспечивающим передачу крутящего момента от двигателя к ведущим колесам. Они обладают рядом преимуществ, таких как большая надежность и долговечность, однако также имеют и недостатки, связанные с их конструкцией и размерами. Важно правильно выбирать и обслуживать карданные передачи, чтобы обеспечить безопасность и эффективность автомобиля.[1]

1.2 Требования предъявляемые к конструкции карданных передач

Карданные передачи играют важную роль в передаче крутящего момента от двигателя к колесам автомобиля. Для обеспечения надежной и безопасной работы автомобиля, конструкция карданных передач должна соответствовать определенным требованиям.[2]

Одно из главных требований к конструкции карданных передач - это надежность. Карданные передачи должны выдерживать значительные нагрузки и работать без сбоев на протяжении всего срока эксплуатации автомобиля. Кроме того, конструкция должна быть такой, чтобы уменьшить вибрации и шум, которые возникают в процессе работы.

Еще одно требование - это эффективность. Карданные передачи должны обеспечивать передачу максимально возможного крутящего момента с минимальными потерями. Поэтому важно учитывать такие факторы, как геометрия и материалы, используемые в конструкции. [3]

Конструкция карданных передач также должна соответствовать требованиям безопасности. Они должны быть защищены от попадания посторонних предметов и обеспечивать безопасную работу в экстремальных условиях, таких как высокая скорость или крутые повороты.

Кроме того, конструкция карданных передач должна быть легкой и компактной, чтобы не увеличивать вес автомобиля и не занимать много места. Важно учитывать, что каждый элемент конструкции должен быть легко доступным для обслуживания и замены, чтобы уменьшить время и затраты на ремонт.

И, наконец, конструкция карданных передач должна быть адаптирована к конкретной модели автомобиля. Разные автомобили имеют различные характеристики и требования к передаче крутящего момента, поэтому конструкция карданных передач должна быть специально разработана для каждой модели. [4]

1.3 Описание конструкции приводных карданных валов

Приводные карданные валы - это важные элементы автомобильной трансмиссии, которые передают крутящий момент от коробки передач к ведущим колесам. Конструкция приводных карданных валов включает в себя несколько основных элементов и деталей, каждый из которых выполняет свою функцию. [9]

Основными элементами карданного вала являются: трубчатый корпус, фланцы, карданные шарниры, крестовина, промежуточные опоры и уплотнительные элементы.

Трубчатый корпус карданного вала является его основным элементом и представляет собой трубу с отверстиями для карданных шарниров и фланцев.

Фланцы карданного вала используются для соединения карданного вала с коробкой передач, дифференциалом и ведущими колесами. Они представляют собой плоские кольца с отверстиями для крепежа.

Карданные шарниры - это соединительные элементы, которые позволяют карданным валам передавать крутящий момент под разными углами. Они имеют форму шара и могут вращаться в любом направлении. [10]

Крестовина карданного вала соединяет карданные шарниры и представляет собой крестообразную конструкцию из четырех пластин, соединенных в центре. Крестовина обеспечивает передачу крутящего момента от одного карданного шарнира к другому.

Промежуточные опоры карданного вала используются для поддержки вала в точках, где длина вала превышает определенный предел. Они обеспечивают устойчивость вала и предотвращают его изгибание.

Уплотнительные элементы используются для предотвращения выхода смазки и влаги изнутри карданного вала.

Таким образом, конструкция приводных карданных валов включает в себя несколько основных элементов и деталей, каждый из которых выполняет важную функцию для обеспечения надежности и эффективности автомобильной трансмиссии. [11]

1.4 Классификация карданных передач

Карданные передачи являются важной частью механизмов передачи крутящего момента в различных устройствах и машинах, в том числе в автомобилях. Карданные передачи используются для передачи крутящего момента от двигателя к задним или передним колесам, а также для передачи крутящего момента между осями, находящимися под разными углами друг к другу. [12]

Карданные передачи могут быть классифицированы по различным критериям. Одним из таких критериев является число соединительных шарниров. Такие передачи могут быть одношарнирными, двухшарнирными и трехшарнирными. Кроме того, карданные передачи могут отличаться по углу между осями, находящимися под разными углами друг к другу, и по типу соединительных шарниров.

Одношарнирные карданные передачи обычно используются в простых конструкциях, где они обеспечивают передачу крутящего момента при небольших углах между осями. Двухшарнирные карданные передачи обычно используются в тех случаях, когда угол между осями больше, чем у одношарнирных передач. Трехшарнирные карданные передачи используются в более сложных конструкциях, где требуется передача крутящего момента при больших углах между осями. [13]

Карданные передачи также могут быть классифицированы по типу соединительных шарниров. Шарниры могут быть шариковыми, трехшиповыми и другими. Шариковые шарниры являются самыми распространенными и используются в большинстве автомобилей. Они обеспечивают передачу крутящего момента при углах между осями до 30 градусов. [14]

Трехшиповые шарниры обычно используются в более сложных конструкциях, где требуется передача крутящего момента при больших углах между осями. Они обеспечивают более высокую точность передачи

крутящего момента и более высокое значение угла передаваемого вращения.

Карданные передачи могут иметь различные конструкции, в зависимости от своего назначения и условий эксплуатации. Рассмотрим некоторые из них:

- Простые карданные передачи (соединительные валы). Это наиболее распространенный тип карданных передач, который используется в автомобилях и других транспортных средствах. Простая карданная передача состоит из трех основных элементов: двух шлицевых валов и карданного шарнира, соединяющего их. Один из валов передает крутящий момент, а другой передает его на приемник. [15]
- Компенсирующие карданные передачи. Этот тип карданных передач используется в автомобилях с независимой подвеской, где заднее колесо не связано непосредственно с трансмиссией. Компенсирующие карданные передачи состоят из двух карданных шарниров и специальной втулки, которая обеспечивает компенсацию угла наклона вала.
- Двойные карданные передачи. Этот тип карданных передач используется в тяжелых транспортных средствах и промышленных установках, где требуется передача большого крутящего момента на большое расстояние. Двойные карданные передачи состоят из двух или более карданных шарниров, соединенных между собой вала, которые обеспечивают компенсацию угла наклона вала и увеличивают максимально допустимый угол поворота. [16]
- Гибкие карданные передачи. Этот тип карданных передач используется в промышленных установках, где трудно обеспечить точное совпадение осей вращения. Гибкие карданные передачи состоят из резиновых или металлических пластин, которые соединяют карданные шарниры и обеспечивают компенсацию угла наклона вала.
- Угловые карданные передачи. Этот тип карданных передач используется в транспортных средствах, где необходимо передавать крутящий момент при угле отклонения вала.

Шарниры - это элементы соединения, которые используются в автомобилях для передачи крутящего момента или движения между двумя или более компонентами. В автомобилях есть несколько типов шарниров, вот некоторые из них: [17]

- Шарниры рулевой тяги: эти шарниры соединяют рулевую тягу с кулаком колеса. Они используются для передачи вращения рулевого колеса на передние колеса автомобиля. Шарниры рулевой тяги могут быть шаровыми или роликовыми.
- Шарниры поперечных рычагов: эти шарниры соединяют поперечные рычаги подвески с рамой автомобиля. Они используются для передачи вертикальных нагрузок от колеса на раму автомобиля.
- Шарниры привода: эти шарниры соединяют приводные валы между двигателем и трансмиссией. Они используются для передачи крутящего момента от двигателя на колеса автомобиля. [18]
- Шарниры стабилизатора: эти шарниры соединяют стабилизатор с подвеской автомобиля. Они используются для передачи вертикальных нагрузок от колеса на стабилизатор.
- Шарниры дверей: эти шарниры соединяют двери автомобиля с кузовом. Они используются для обеспечения открытия и закрытия двери.
- Шарниры карданного вала: эти шарниры соединяют карданный вал между двумя компонентами трансмиссии. Они используются для передачи крутящего момента между двумя компонентами трансмиссии.
- Шарниры рычагов подвески: эти шарниры соединяют рычаги подвески с кузовом автомобиля. Они используются для передачи вертикальных нагрузок от колеса на кузов автомобиля.

Карданные шарниры неравных угловых скоростей - это тип шарниров, используемых в карданных валах автомобилей, чтобы передавать крутящий момент между несоосными осями с разными углами наклона. Они позволяют компенсировать разницу в углах между передним и задним валами, которые передают крутящий момент от двигателя к задним колесам. [19]- [22]

Конструкция карданных шарниров неравных угловых скоростей состоит из двух полушарий, которые вращаются вокруг общей оси. Каждое полушарие имеет пазы, которые взаимодействуют с шаровидными элементами, расположенными в другом полушарии. Шаровидные элементы имеют штифты, которые закрепляются на карданных валах и передают крутящий момент через шарниры. [23]

Существует несколько видов карданных шарниров неравных угловых скоростей. Одним из наиболее распространенных типов является шарнир Трипод, который имеет три шаровидных элемента, расположенных на равном расстоянии друг от друга вокруг общей оси. Другим типом является шарнир Резина, который имеет гибкую резиновую втулку, которая позволяет компенсировать небольшие отклонения между осями карданного вала.

Преимуществами карданных шарниров неравных угловых скоростей являются возможность передачи крутящего момента на большие расстояния, а также компенсация небольших отклонений между осями. Кроме того, они обеспечивают более плавную передачу крутящего момента, что может повысить комфорт при езде. [24]- [27]

Однако у карданных шарниров неравных угловых скоростей есть и недостатки. Они требуют регулярного обслуживания и замены, так как они подвержены износу и требуют смазки для сохранения своих свойств. Кроме того, они могут быть дороже и сложнее в производстве, чем другие типы карданных шарниров.

Карданные шарниры равных угловых скоростей - это тип шарниров, используемых в карданных валах автомобилей, чтобы передавать крутящий момент между несоосными осями с одинаковыми углами наклона. Они обычно используются в переднеприводных автомобилях, где передний карданный вал должен соединяться с коробкой передач и передними колесами. [28]

Конструкция карданных шарниров равных угловых скоростей состоит из двух полушарий, которые вращаются вокруг общей оси. Каждое

полушарие имеет пазы, которые взаимодействуют с шаровидными элементами, расположенными в другом полушарии. Шаровидные элементы имеют штифты, которые закрепляются на карданных валах и передают крутящий момент через шарниры. [29]

Преимуществами карданных шарниров равных угловых скоростей являются надежность и долговечность. Они обычно не требуют регулярного обслуживания и замены, так как они менее подвержены износу, чем карданные шарниры неравных угловых скоростей. Кроме того, они проще в производстве и могут быть более дешевыми, чем другие типы карданных шарниров.

Однако у карданных шарниров равных угловых скоростей также есть и недостатки. Их использование ограничено углами наклона, поэтому они не могут использоваться для компенсации больших отклонений между осями карданного вала. Кроме того, они могут ограничивать передачу крутящего момента на большие расстояния. [30]

Таким образом, карданные шарниры равных угловых скоростей и карданные шарниры неравных угловых скоростей имеют различные характеристики и применяются в разных типах автомобилей в зависимости от требуемых параметров. Каждый тип имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретного типа зависит от конкретных условий эксплуатации и требований к производительности автомобиля

Трёхшиповый карданный шарнир равных угловых скоростей типа "Трипод" - это тип шарнира, используемый в карданных валах переднего привода автомобилей. Он получил свое название благодаря своей конструкции с тремя шипами, которые расположены под углом в 120 градусов друг к другу.

Конструкция шарнира "Трипод" состоит из трех шипов, закрепленных на внутреннем кольце, которое в свою очередь закреплено на карданном валу. Шипы имеют три полые стержни, которые вставляются в кольцо, закрепленное на наружном шарнире. Внутри полых стержней расположены

штифты, которые закреплены на наружном кольце. Каждый из штифтов взаимодействует со своим полым стержнем, позволяя вращаться на углы до 30 градусов в любом направлении. Таким образом, шарнир "Трипод" может компенсировать углы наклона в любом направлении. [31]

Преимуществами карданных шарниров типа "Трипод" являются их надежность и высокая производительность. Они могут обеспечивать более плавный и тихий ход автомобиля, чем другие типы карданных шарниров. Кроме того, они имеют меньше игры, что обеспечивает более точную передачу крутящего момента.

Однако у карданных шарниров типа "Трипод" также есть и недостатки. Их конструкция более сложна, чем у других типов карданных шарниров, что может повышать стоимость производства. Кроме того, они могут иметь большую массу и занимать большее пространство, что может ограничивать их использование в некоторых автомобилях. [32]

Таким образом, карданные шарниры типа "Трипод" имеют свои преимущества и недостатки, и их выбор зависит от конкретных условий эксплуатации и требований к производительности автомобиля. Однако они широко используются в переднеприводных автомобилях и играют важную роль в обеспечении плавной передачи вращающего момента.

Трёхшиповые карданные шарниры типа "Трипод" используются во многих автомобилях, особенно в переднеприводных. Некоторые из автомобилей, на которых устанавливаются карданные шарниры типа "Трипод", включают:

- Volkswagen Golf, Passat, Jetta, Polo
- Audi A3, A4, A6
- Opel Astra, Vectra, Corsa
- Ford Focus, Mondeo
- Peugeot 206, 307
- Citroen C3, C4

Трёхшиповые карданные шарниры типа "Трипод" начали

использоваться в автомобилях с 1970-х годов. Они были созданы для замены более ранних конструкций карданных шарниров, которые были менее надежными и имели меньшую производительность. С тех пор они стали широко распространены в переднеприводных автомобилях и по-прежнему остаются популярным выбором для производителей автомобилей, которые стремятся обеспечить высокую производительность и надежность переднего привода. Изображено на рисунке 1. [33]

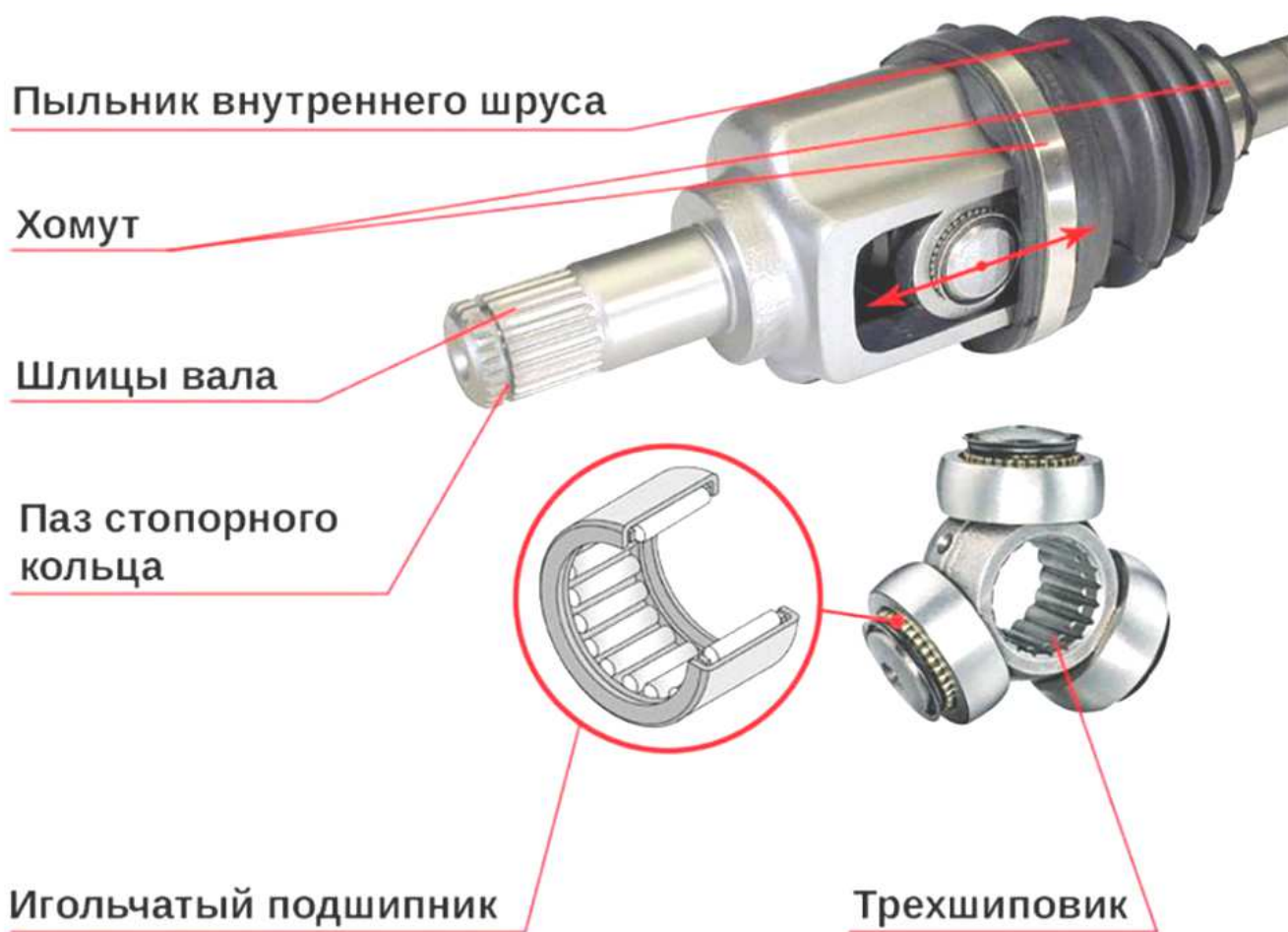


Рисунок 1 – КШРУС «Трипод»

1.5 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию карданного вала

Основной задачей при разработке новой конструкции карданного вала было обеспечение надежной работы. Карданные валы с шарниром равных угловых скоростей применяются во многих видах техники, поэтому требования к их прочности очень высоки. При изготовлении нового карданного вала использован метод штамповки из специальных сталей. Благодаря этому удалось создать вал с высокой прочностью и точностью размеров. Штампованные валы имеют очень малую массу, что является важным параметром при эксплуатации карданных валов. Для изготовления шарниров применяются специальные виды сварных соединений. Карданные передачи, как правило, достаточно сложны, имеют большое количество деталей и требуют регулярного обслуживания в процессе эксплуатации. Поэтому очень важно обеспечить возможность проведения их диагностики и регулировки. К числу основных характеристик карданных передач можно отнести: - прочность и надежность узлов карданной передачи; - легкость хода карданной передачи во время эксплуатации; - простоту и удобство ремонта карданной передачи. Для этого сферический универсальный шарнир угловой скорости был заменен и модернизирован универсальным шарниром типа "тройного шипа".

В этом шарнире угловая скорость вала достигается за счет изменения положения центра конца вала. Этот тип движения имеет низкие потери на осевое перемещение, так как почти исключительно является движением качения, что определяет высокую эффективность конструкции карданного шарнира, тем самым снижая шум и вибрацию. С другой стороны, в шаровых шарнирах шарик скользит, а не катится, что снижает эффективность работы шарнира. Тип трипода также может в некоторой степени улучшить активную безопасность автомобиля. При движении автомобиля универсальный шарнир выскакивает, в то время как в случае с триподным шарниром ролики остаются на пальце в случае поломки, поэтому шарнир не блокируется.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

Исходные данные

«Количество колес ведущих.....	$n_k = 4$
Вес автомобиля, кг.....	$m_o = 1400$
Места в автомобиле.....	5
Высшая скорость а/м, м/с.....	$V_{max} = 135$ км/ч
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 580$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{min} = 95$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,40$
Преодолеваемый подъем автомобилем.....	$\alpha_{max} = 0,28$
КПД трасмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь миделя, м ²	$H = 2,00$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,016$
Колличество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	49
ось задняя.....	51
Параметр плотности воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям:

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

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;»[2]

$$«G_o = m_o \cdot g = 1088 \cdot 9.807 = 10670 \text{ Н}$$

$$G_{\pi} = G_{\pi 1} \cdot 5 = m_{\pi 1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н}$$

$$G_{\text{Б}} = G_{\text{Б}1} \cdot 5 = m_{\text{Б}1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н}$$

$$G_{\text{А}} = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_{\text{А}} \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н}$$

$$G_2 = G_{\text{А}} \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н}$$

б) Подбор шин 205/75 R15.

$$r_{\text{к}} = r_{\text{СТ}} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где $r_{\text{к}}$ – радиус качения колеса;

$r_{\text{СТ}}$ – статический радиус колеса;

$B = 205$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,75$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 381$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины.

$$r_{\text{к}} = r_{\text{СТ}} = (0,5 \cdot 381 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 205) \cdot 10^{-3} = 0,280 \text{ м}$$

Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_{\text{к}}}{U_{\text{к}}} \cdot \frac{\omega_{\text{MAX}}}{V_{\text{MAX}}} \quad (3)$$

где $U_{\text{к}}$ - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость.»[2]

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,800.

$$U_0 = (0,280 \cdot 580) / (0,80 \cdot 37,5) = 4,176$$

Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (4)$$

где ψ_v - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (5)$$

$$\psi_v = 0,016 \cdot (1 + 37,5^2 / 2000) = 0,026$$

$$N_v = (14838 \cdot 0,026 \cdot 37,5 + 0,3 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 37,5^3 / 2) / 0,92 = 69715 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \quad (6)$$

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

$$N_{MAX} = 69715 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 70074 \text{ Вт}$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (7)$$

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

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (8)$$

Расчетные данные в таблице 1.

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
907	95	13,8	144,9
1300	136	20,5	150,4»[2]

«Продолжение таблицы 1

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1650	173	26,6	154,1
2000	209	32,8	158,7
2350	246	38,9	163,2
2700	283	44,8	161,6
3050	319	50,4	157,8
3400	356	55,5	155,9
3750	393	60,1	152,9
4100	429	63,9	148,8
4450	466	66,9	143,6
4800	503	69,0	137,2
5150	539	70,0	129,8
5539	580	69,7	120,2

n_e - обороты двигателя, об/мин.

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (9)$$

Определение передаточных чисел коробки передач

$$U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0} \quad (10)$$

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

$$\psi_{MAX} = f_{V \max} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$$

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,28 = 0,306$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,306 \cdot 0,280 / (164,6 \cdot 0,92 \cdot 4,176) = 2,111$$

$$U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\text{MAX}} \cdot \eta_{\text{TP}} \cdot U_0} \quad (11)$$

где $G_{\text{сц}}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{\text{сц}} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544 \text{ Н}$),»[2]

« m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),

φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,280 / (164,6 \cdot 0,92 \cdot 4,176) = 2,433$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 2,400$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,400 / 0,800)^{1/4} = 1,316 ;$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,400 / 1,316 = 1,824 ;$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,824 / 1,316 = 1,386 ;$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,386 / 1,316 = 1,053 ;$$

$$U_5 = 0,800 .$$

Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{\text{кп}} \cdot U_0} \quad (12)$$

Расчетные данные в таблице 2.

Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
907	2,7	3,5	4,6	6,1	8,0
1300	3,8	5,0	6,6	8,7	11,4
1650	4,8	6,4	8,4	11,0	14,5
2000	5,9	7,7	10,1	13,3	17,6»[2]

«Продолжение таблицы 2

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
2350	6,9	9,0	11,9	15,7	20,6
2700	7,9	10,4	13,7	18,0	23,7
3050	8,9	11,7	15,5	20,3	26,8
3400	9,9	13,1	17,2	22,7	29,8
3750	11,0	14,4	19,0	25,0	32,9
4100	12,0	15,8	20,8	27,3	36,0
4450	13,0	17,1	22,5	29,7	39,1
4800	14,0	18,5	24,3	32,0	42,1
5150	15,1	19,8	26,1	34,3	45,2
5539	16,2	21,3	28,1	36,9	48,6

Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.л.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_k} \quad (13)$$

Расчетные данные в таблице 3.

Таблица 3 - Тяговый баланс»

Обор. дв-ля, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
907	4721	3587	2725	2071	1574
1300	4899	3723	2829	2149	1633
1650	5020	3815	2898	2202	1673
2000	5105	3879	2947	2239	1702
2350	5153	3915	2975	2261	1718
2700	5165	3924	2982	2266	1722
3050	5140	3905	2967	2255	1713
3400	5079	3859	2932	2228	1693»[2]

«Продолжение таблицы 3

Обор. дв-ля, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
3750	4981	3785	2876	2185	1660
4100	4847	3683	2799	2127	1616
4450	4677	3554	2700	2052	1559
4800	4471	3397	2581	1961	1490
5150	4228	3212	2441	1855	1409
5539	3915	2975	2260	1718	1305

Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (14)$$

Сила сопротивления качению

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (15)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (16)$$

Расчетные данные в таблице 4.

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	178	178
5	10	180	190
10	39	187	226
15	87	198	285
20	155	214	369
25	242	234	476»[2]

«Продолжение таблицы 4

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	Σ F сопр. движ-ю, Н
30	349	258	607
35	475	287	762
40	621	321	941
45	785	358	1144
50	970	401	1370
55	1173	447	1621
60	1396	499	1895
65	1639	554	2193

Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A} \quad (17)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{СИ} \cdot \varphi}{G_A} \quad (18)$$

Расчетные данные в таблице 5.

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
907	0,318	0,241	0,183	0,139	0,104
1300	0,330	0,250	0,190	0,143	0,107
1650	0,338	0,256	0,194	0,145	0,107
2000	0,343	0,260	0,196	0,146	0,107
2350	0,346	0,262	0,197	0,146	0,105
2700	0,346	0,262	0,196	0,144	0,101
3050	0,344	0,260	0,194	0,141	0,097
3400	0,340	0,256	0,190	0,137	0,091
3750	0,333	0,250	0,184	0,131	0,084»[2]

«Продолжение таблицы 5

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
4100	0,323	0,242	0,177	0,124	0,075
4450	0,311	0,232	0,169	0,115	0,065
4800	0,296	0,220	0,158	0,105	0,054
5150	0,279	0,206	0,147	0,094	0,042
5539	0,257	0,189	0,132	0,080	0,026

Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}} \quad (19)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (20)$$

i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2) \quad (21)$$

где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя: $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$.

Расчетные данные в таблице 6.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
δ	1,203	1,130	1,088	1,063	1,049

Расчетные данные в таблице 7.

Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
907	2,49	1,99	1,54	1,17	0,86
1300	2,59	2,07	1,60	1,20	0,88»[2]

«Продолжение таблицы 7

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
1650	2,66	2,12	1,63	1,22	0,88
2000	2,70	2,15	1,65	1,23	0,87
2350	2,72	2,16	1,66	1,22	0,84
2700	2,72	2,16	1,65	1,20	0,80
3050	2,71	2,14	1,63	1,17	0,75
3400	2,67	2,11	1,59	1,12	0,69
3750	2,61	2,05	1,54	1,06	0,61
4100	2,53	1,98	1,47	0,99	0,52
4450	2,43	1,89	1,39	0,90	0,41
4800	2,31	1,79	1,29	0,80	0,29
5150	2,17	1,67	1,18	0,69	0,16
5539	1,99	1,51	1,04	0,55	0,00

Величины обратные ускорениям автомобиля

Расчетные данные в таблице 8.

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
907	0,40	0,50	0,65	0,86	1,16
1300	0,39	0,48	0,63	0,83	1,14
1650	0,38	0,47	0,61	0,82	1,14
2000	0,37	0,47	0,60	0,81	1,15
2350	0,37	0,46	0,60	0,82	1,19
2700	0,37	0,46	0,61	0,83	1,24
3050	0,37	0,47	0,61	0,86	1,33
3400	0,37	0,47	0,63	0,89	1,46»[2]

«Продолжение таблицы 8

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
3750	0,38	0,49	0,65	0,94	1,64
4100	0,40	0,50	0,68	1,01	1,94
4450	0,41	0,53	0,72	1,11	2,43
4800	0,43	0,56	0,78	1,24	3,41
5150	0,46	0,60	0,85	1,44	6,18
5539	0,50	0,66	0,96	1,81	-

Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i) \quad (22)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2} \quad (23)$$

где κ – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (24)$$

$$t_1 = \Delta t_1, t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (25)$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Расчетные данные в таблице 9.

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	187	0,9
0-10	561	2,8»[2]

«Продолжение таблицы 9

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-15	980	4,9
0-20	1532	7,7
0-25	2235	11,2
0-30	3159	15,8
0-35	4332	21,7
0-40	5820	29,1
0-45	7691	38,5

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k \quad (26)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

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

Расчетные данные в таблице 10.

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Путь S, м
0-5	47	2
0-10	327	16
0-15	851	43
0-20	1817	91
0-25	3399	170
0-30	5939	297»[2]

«Продолжение таблицы 10

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-35	9751	488
0-40	15330	767
0-45	23283	1164

Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (27)$$

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 ($N_i = 0$).

Расчетные данные в таблицах 11, 12 и 13.

Таблица 11 - Мощностной баланс

Обор дв- ля, об/мин	Мощн. на кол, кВт
907	12,5
1300	18,6
1650	24,2
2000	29,9
2350	35,4
2700	40,8
3050	45,9
3400	50,5
3750	54,6»[2]

«Продолжение таблицы 11

Обор дв- ля, об/мин	Мощн. на кол, кВт
4100	58,1
4450	60,9
4800	62,8
5150	63,7
5539	63,4

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,9	0,9
10	0,4	1,9	2,3
15	1,3	3,0	4,3
20	3,1	4,3	7,4
25	6,1	5,8	11,9
30	10,5	7,7	18,2
35	16,6	10,0	26,7
40	24,8	12,8	37,6
45	35,3	16,1	51,5
50	48,5	20,0	68,5
55	64,5	24,6	89,1
60	83,8	29,9	113,7
65	106,5	36,0	142,5»[2]

«Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{E\min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (28)$$

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

$$K_{II} = 1,152 \cdot II^2 - 1,728 \cdot II + 1,523 \quad (29)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (30)$$

$$II = \frac{N_f + N_B}{N_T} \quad (31)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (32)$$

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	Знач.И	Знач.Е	Знач.К _И	Знач.К _Е	Знач.Q _s
907	8,0	0,132	0,172	1,314	1,163	4,3
1300	11,4	0,147	0,246	1,294	1,124	4,7
1650	14,5	0,166	0,313	1,268	1,093	5,2
2000	17,6	0,191	0,379	1,235	1,068	5,8
2350	20,6	0,222	0,446	1,196	1,047	6,5
2700	23,7	0,259	0,512	1,153	1,030	7,2
3050	26,8	0,303	0,578	1,105	1,019	7,9
3400	29,8	0,356	0,645	1,054	1,012	8,7
3750	32,9	0,418	0,711	1,002	1,010	9,5
4100	36,0	0,492	0,777	0,951	1,012	10,4
4450	39,1	0,581	0,844	0,908	1,019	11,3
4800	42,1	0,688	0,910	0,879	1,031	12,6
5150	45,2	0,818	0,976	0,880	1,047	14,4»[2]

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

«2.2 Расчет деталей привода ведущих колес

Расчет карданного вала привода задних колес

Проверочный расчет

Исходные данные:

$$T_{emax} = 163.2 \quad U_1 = 2.4 \quad U_{2n} = 4.1$$
$$M_{кр} = \frac{T_{emax} \cdot U_1 \cdot U_{2n}}{2} \quad (33)$$

$$M_{кр} = \frac{163.2 \cdot 2.4 \cdot 4.1}{2} = 802.94 \quad \text{Нм}$$

$$\rho = 0.015 \quad \text{м}$$

$$d = 0.03 \quad \text{м}$$

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

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

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (34)$$

где J_p - полярный момент инерции поперечного сечения вала;

Расчет полярного момента инерции поперечного сечения вала.

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \quad (35)$$

$$J_p = \frac{3.14 \cdot 0.03^4}{32} = 7.95 \times 10^{-8} \quad \text{м}^4 \text{ »[2]}$$

«Максимальное касательное напряжение будет равно:

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

Значение допустимого касательного напряжения для данного вала будет равным:

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

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

$$\tau < [\tau]$$

Расчет полярного момента сопротивления.

$$W_{pmax} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \tag{36}$$

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

Определяем допустимый момент сопротивления.

$$W_p = \frac{M_{кр}}{\tau_{\partial}} \tag{37}$$

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

$$W_{pmax} < [W_p]$$

Условие выполняется. »[2]

«Определение перемещений при кручении вала.

Угол относительного поворота концевых сечений этого участка определяется по формуле:

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр} \cdot l}{G \cdot J_p} \quad (38)$$

где G - модуль сдвига; l - длина вала;

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

$$l = 0.403 \text{ м}$$

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

Расчет на жесткость.

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

Условие жесткости вала:

$$\Theta_{\max} \leq [\theta] \quad [2]$$

$$\llcorner \Theta_{max} = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр}}{G \cdot J_p} \quad (39)$$

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

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

«Условие жесткости вала выполняется.

Расчет карданного вала привода задних колес.

Исходные данные:

$$M_{кр} = 802.94 \quad \text{Нм}$$

$$\rho = 0.039 \quad \text{м}$$

$$d = 0.042 \quad \text{м}$$

$$d_0 = 0.036 \quad \text{м}$$

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

d_0 - внутренний диаметр вала;

Расчет касательных напряжений.

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

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

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр} \cdot \rho_{max}}{J_p} \quad (40)$$

где: J_p - полярный момент инерции поперечного сечения вала; »[2]

«Расчет полярного момента инерции поперечного сечения вала.

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4 \cdot (1 - c^4)}{32} \quad (41)$$

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

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

Максимальное касательное напряжение будет равно:

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

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

Значение допустимого касательного напряжения для данного вала будет равным:

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

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

$$\tau < [\tau]$$

Расчет полярного момента сопротивления.»

$$W_{pmax} = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - c^4)}{32} \quad (43)$$

$$W_{pmax} = \frac{3.14 \cdot 0.042^3 \cdot (1 - 0.86^4)}{32} = 3.29 \times 10^{-6} \text{ м}^3 \text{ »}[2]$$

«Определяем допустимый момент сопротивления.

$$W\rho = \frac{M_{кр}}{\tau_{\partial}} \quad (44)$$

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

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

Условие выполняется.

Определение перемещений при кручении вала.

Угол относительного поворота концевых сечений этого участка определяется по формуле:

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_{кр} \cdot l}{G \cdot J\rho} \quad (45)$$

где: G - модуль сдвига; l - длина вала;

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

$$l = 0.415 \text{ м}$$

$$\phi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{802.94 \cdot 0.415}{(78 \cdot 10^9) \cdot (1.38 \times 10^{-7})} = 1.77 \text{»}[2]$$

«Расчет на жесткость.

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

Условие жесткости вала:

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

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

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

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

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

Условие жесткости вала выполняется.

$$\theta_{max} = 4.28 \text{ град/м} \ll [2]$$

«Расчет крестовины трехшипового КШРУСа привода ведущих колес

На шип карданного шарнира действует сила P .

Величина силы P определяется по формуле:

$$P = \frac{M_{кр}}{2R} = \frac{802,94}{2 \cdot 2,5} = 160 \text{ кгс} \quad (47)$$

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

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

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

напряжение изгиба - 3500 кгс/см^2 ,

напряжение среза - 1700 кгс/см^2 .

Напряжение смятия определяется по формуле:»

$$\sigma_{смятия} = \frac{P}{l \cdot d} = \frac{160}{1,6 \cdot 2,5} = 40 \text{ кгс/см}^2 \quad (48) \text{ »}[2]$$

«где d - диаметр шипа, $d = 1,6$ см

l - длина шипа, $l = 1,25$ см

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{изгиба} = \frac{P \cdot l}{W \cdot 2} = \frac{160 \cdot 1,25}{0,8 \cdot 2} = 125 \text{ кгс/см}^2 \quad (49)$$

для шипа:

$$W = \frac{\pi r^3}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^3}{4} = 0,8 \text{ кгс/см}^2 \quad (50)$$

Напряжение среза:

$$\tau = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 160}{3,14 \cdot 1,6^2} = 80 \text{ кгс/см}^2 \quad (51)$$

Определение допустимого усилия, действующего на игольчатый подшипник

$$P_D = 780 \frac{ldk}{\sqrt[3]{n_{II}}} \quad (52)$$

Допустимое усилие определяется по формуле:

где i -число роликов или иголок; l -рабочая длина ролика, см; d – диаметр ролика, см; »[2]

$$n_{II} = \frac{n_{M \max}}{I_1} \cdot \operatorname{tg} \gamma \quad (53)$$

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

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

k - поправочный коэффициент, учитывающий твердость.

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

где $i=40$ шт.

$M_{кр}=802,94$ кгм

$l=10$ мм

при $n=3700$ об/мин

$$d = 1,4 \text{ мм}$$

$$\gamma = 17^\circ$$

$$k = 1$$

$$I_1 = 7,44$$

$$n_{II} = \frac{n}{i_1} \cdot \operatorname{tg} \gamma = \frac{3700 \cdot 0,3057}{7,44} = 152 \text{ об / мин.} \quad (54)$$

Тогда P_d будет равно

$$P_d = 780 \cdot \frac{40 \cdot 1,4 \cdot 1}{\sqrt[3]{152}} = 1700 \text{ кгс} \quad (55)$$

$$P_d < P$$

Расчет шлицевого зацепления»[2]

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

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

$$M_{кр} = 802,94$$

$$\sigma_{см} := \frac{10^3 \cdot M_{кр}}{\phi \cdot F \cdot l \cdot r_{ср}} \quad (56)$$

где

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

передаваемый соединением, Н.м.

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

Принимаем $\phi = 0,75$.

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

$$F := z \cdot \left[\frac{D_B - d_a}{2} - (f + r) \right]^2 \quad (57)$$

где z - число зубьев;

D_B - наружный диаметр зубьев вала, мм;

d_a - диаметр отверстия шлицевой втулки, мм;

f - размер фаски шлицев, мм;

r - размер закругления, мм;

l - рабочая длина зуба, мм; »[2]

$$r_{cp} := \frac{D_B + d_a}{4} \quad (58)$$

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

$$r_{cp} := \frac{D_B + d_a}{4} \quad (59)$$

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

$$F := z \cdot \left[\frac{D_B - d_a}{2} - (f + r) \right]^2 \quad (60)$$

где $F = 14$; $l := 25$; $\phi := 0.75$

$$\sigma_{cm} := \frac{10^3 \cdot M_{кр}}{\phi \cdot F \cdot l \cdot r_{cp}} \quad (61) \gg [2]$$

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

$$\sigma_{cm} = 271.9 \text{ МПа} \quad \sigma_{cm} \leq [\sigma_{cm}] \quad [\sigma_{cm}] = 450 \text{ МПа};$$

Условие выполняется.»[2]

Вывод

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

3 Безопасность и экологичность объекта

Большая часть человеческой жизни проходит в искусственных системах. Агрессивная экономическая деятельность, такая как освоение новых территорий, "преобразование природы" и создание искусственных экосистем, таких как города, неизбежно нанесла ущерб экологической среде и качеству жизни человека.

Автомобильная промышленность предлагается располагать в качестве источника технологий в густонаселенных районах, в зависимости от ее формы, местоположения и продолжительности существования.

Особенностью автомобильной промышленности с точки зрения охраны труда является большое количество производственных циклов, которые проходят в закрытых помещениях, где выполняются ремонтные, очистительные, покрасочные, сборочные, испытательные и другие операции.

Этот вид работ связан с вредными и опасными производственными элементами, которые воздействуют на людей на рабочем месте, а также с определенными воздействиями на окружающую среду, такими как отходы, дождевая вода, вентиляционные системы, выбросы в атмосферу от автобусных остановок, транспортных средств и горячих точек.

Поэтому необходимы четкие инженерные решения для обеспечения безопасности людей, занятых в производстве, и снижения воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду. Во время работы люди вступают в контакт с предметами труда, рабочими инструментами и остальным миром. Они также подвергаются воздействию всех аспектов промышленной среды, в которой работают, включая тепло, влажность, движение воздуха, звук, вибрацию и опасные вещества.

Все это в совокупности характеризует рабочую среду человека. Условия труда оказывают значительное влияние на здоровье, работоспособность, отношение к работе и производительность. Плохие условия труда могут резко снизить производительность и привести к несчастным случаям и профессиональным заболеваниям.

Тормозная система является наиболее важным узлом в работе современных автомобилей. Безопасность водителя и пассажиров напрямую зависит от его эффективной работы и хорошего состояния. Его основная функция - контролировать скорость автомобиля, нажимать на тормоза и останавливать его при необходимости.

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

3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

«Система монтажа представляет собой линию конвейера с ленточным транспортером и монтажными стойками. Список оснащения в таблице 14.

Таблица 14 – Список технического оснащения для сборочного объекта

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

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

Причины механических отказов на рабочем месте описаны следующие.

- Травма вследствие контакта руки с инструментом зажимных клещей. Несоблюдение инструкций по технике безопасности при работе на полностью исправном станке,
- Травмы, вызванные падением деталей. Маловероятны при соблюдении мер предосторожности. Для снижения риска получения данной травмы рекомендуется одновременно работать только с одним узлом, собранные узлы помещать в контейнеры, а детали и узлы, подлежащие сборке, помещать в отдельные контейнеры.»[7]
- «Травмы, вызванные контактом рук с шариковым прессом. Для предотвращения этой травмы рекомендуется предусмотреть защитную

крышку или использовать двухкнопочную систему управления, при которой устройство отключается при отпускании хотя бы одной кнопки,

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

Шум

Источники шума

- Работающее оборудование шарового пресса; шум гомофонный и прерывистый,
- молотки; шум прерывистый,
- Шум от приводного механизма конвейера. Рекомендуется подавлять шум с помощью звукоизоляции.

Уровень звукового давления должен соответствовать требованиям Санитарного кодекса допустимых уровней шума на рабочих местах, как показано в таблице 15. »[7]

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

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

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

Предотвращение шума:

Профилактика шума: - Измените направление шума,

-Рационально спроектировать рабочее место,

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

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

Вибрация

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

Ионизирующее излучение

Не должно быть источников ионизирующего излучения.

Климатические условия

В помещении должны поддерживаться температура, относительная влажность и скорость ветра

Летом (среднесуточная температура выше $+10^{\circ}\text{C}$): температура воздуха $+20-22^{\circ}\text{C}$, относительная влажность 40-60%, скорость ветра не более 0,4 м/сек,

Зимой (среднесуточная температура ниже $+10^{\circ}\text{C}$): температура воздуха $+17-19^{\circ}\text{C}$, относительная влажность 40-60%, скорость ветра не более 0,3 м/с.»[7]

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

Электротравма

Электротравма может произойти в случае неисправности в цепи освещения или в механическом оборудовании. Исходя из риска поражения электрическим током, данное помещение относится к категории 2 - помещение с высоким риском. «Это связано с тем, что нельзя исключить возможность одновременного контакта с металлическими элементами заземленного технического оборудования (металлические строительные конструкции) и металлическими корпусами электрооборудования. Во избежание поражения электрическим током необходимо предусмотреть заземление электрооборудования. В качестве меры обеспечения электробезопасности электроустановки на напряжение до 1000 В должны быть сгруппированы с изолированной нейтралью.»[7] «К техническим мерам по предотвращению поражения электрическим током относятся.

Опасные производственные факторы в таблице 16.

Таблица 16 - Опасные и вредные производственные факторы

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

Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке.

Организационные меры

Охрана труда требует, чтобы рабочие и служащие были информированы о

безопасности и охране труда, "пожаротушении" и других правилах охраны труда.

Существуют различные виды инструктажей:»[7]

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

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

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

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

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

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

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

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

воскресенье.

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

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

«Проектная деятельность»

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

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

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

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

санитарного и пожарного надзора.»[7]

Следует учитывать компоновку строительного оборудования, конфигурацию транспортных коридоров и распределение узлов, деталей, запасных частей и рабочих материалов. Ширина прохода должна определяться в соответствии с размерами перевозимых грузов. Перевозиться транспортными средствами в соответствии с действующими правовыми нормами. Ширина основного рабочего прохода должна определяться с учетом габаритов ремонтного оборудования и обрабатываемых грузов, работы, подъездные пути, пешеходные дорожки и оборудование должны содержаться свободными от материалов, узлов, запасных частей, строительного мусора и тары, которые собираются вилочными погрузчиками и удаляются с помощью обычного оборудования, работа должна обеспечивать комфортные условия труда, свободу передвижения, минимальное физическое напряжение и безопасную и эффективную рабочую среду, инструменты, оборудование и узлы должны храниться в непосредственной близости от рабочей зоны. Предметы, которые необходимо держать левой рукой, следует держать правой, а принадлежности (держатели инструментов, полки и т.д.) размещать на этом основании. Материалы, компоненты, узлы и рабочие продукты должны располагаться на полках для устойчивости и удобства удержания при использовании тренажера.

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

Технические меры

Эффективным способом обеспечения чистоты и приемлемых параметров на рабочем месте является вентиляция, т.е. удаление из

отапливаемого помещения загрязненного и нагретого приточного воздуха, т.е. свежего воздуха. В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляцию можно разделить на естественную (проветривание, вентиляция), механическую и комбинированную.

Искусственное (механическое) движение воздуха осуществляется регулярно, когда необходимо контролировать местный микроклимат, а естественное движение воздуха регулируется (ветер). Тепловые экраны используются для защиты людей от теплового излучения при наличии в рабочем помещении устройств или зон, излучающих тепло с интенсивностью, превышающей норму. Освещение должно быть предусмотрено таким образом, чтобы в помещении имелась комбинированная система освещения, обеспечивающая достаточное естественное освещение с искусственным освещением. В помещении также должно быть освещение для работы, общего рабочего процесса, движения людей и транспорта, что необходимо во всех помещениях. Безопасное передвижение рабочих по территории объекта должно обеспечиваться бамперами.

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

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

Средства индивидуальной защиты

Рекомендуется использовать хлопчатобумажную спецодежду,

трикотажные перчатки, беруши (или наушники) и специальную обувь.»[7]

Руководство по эксплуатации для монтажников MSR.

Общие условия.

К самостоятельной работе на оборудовании допускаются лица, прошедшие следующие испытания

- Первоначальная подготовка
- Осведомленность о мерах по предотвращению пожара
- Первоначальный инструктаж на рабочем месте (ОJT),
- Обучение по электробезопасности и охране труда для проверки

соответствия его содержания.

Должно быть доступно для работников:

- Переподготовка по охране труда не реже одного раза в три месяца,
- Предварительное уведомление: при изменении технических процедур или правил охраны труда; при замене или модернизации производственных помещений, оборудования или инструментов; при изменении правил или инструкций по охране труда; при нарушении инструкций по охране труда; при уходе в отпуск более чем на 60 календарных дней,
- Медицинский осмотр на временных рабочих местах - один раз в

год

Работники обязаны:

- Работники должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные в компании,
- соблюдать требования настоящей Директивы, Директивы о мерах пожарной безопасности и Директивы о мерах электробезопасности; 4.
- требования к эксплуатации оборудования,
- использовать и намереваться защищать оборудование с помощью предусмотренных средств индивидуальной защиты.

Оператор должен уметь

- уметь оказывать первую помощь (доврачебную) лицам, пострадавшим в результате несчастных случаев,

- знать расположение средств первой помощи, основных средств пожаротушения, основных выходов, аварийных выходов и путей эвакуации в случае аварии или пожара; и

- выполнять только порученную им работу и не передавать ее другим лицам без разрешения руководителя или бригадира,

- проявлять внимательность и осторожность, находясь на рабочем месте, не допускать посторонних на рабочее место, обращать внимание на других или на тех, кто занят работой; и

- содержать рабочее место в чистоте.

Работники должны знать и соблюдать правила личной гигиены. Принимать пищу, курить и заниматься другими видами деятельности только в специально отведенных местах и помещениях. Воду следует употреблять только в специально отведенных местах.

3.2 Безопасность на объекте во время аварийных и чрезвычайных ситуаций

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

Для этого на технические системы устанавливаются противозрывные и противопожарные щиты.

Во-вторых, должны быть разработаны детальные сценарии возникновения и вероятности аварий и катастроф в определенное время на конкретном объекте с целью подготовки объектов, персонала и государственных служащих к действиям в чрезвычайных ситуациях. Правительством Российской Федерации установлены обязательные декларации промышленной безопасности для разработки.

В них включаются следующие разделы:

- Общие сведения об объекте,
- Общие сведения об объекте,
- Общая оценка риска промышленных объектов, анализ опасности, оценка риска промышленных объектов, оценка риска промышленных объектов, анализ опасности промышленных объектов, оценка риска промышленных объектов, анализ опасности промышленных объектов, оценка риска промышленных объектов, оценка риска промышленных объектов, оценка риска промышленных объектов, оценка риска промышленных объектов, оценка риска промышленных объектов, готовность к чрезвычайным ситуациям и реагирование на чрезвычайные ситуации,

- Готовность к чрезвычайным ситуациям и реагирование на чрезвычайные ситуации на промышленных объектах, реагирование на чрезвычайные ситуации, защита промышленных предприятий, реагирование на чрезвычайные ситуации, защита промышленных предприятий и безопасность, информирование общественности.

Компания по распределению запасных частей находится в ПАО "АВТОВАЗ", и все мероприятия по предупреждению и ликвидации аварий и чрезвычайных ситуаций, разработанные в этой отрасли, относятся к данной категории.

«В результате работы в данном секторе было выявлено следующее

- выявлены опасные и неблагоприятные производственные факторы, которые могут возникнуть при монтаже систем распределения электроэнергии,

- разработаны мероприятия по снижению воздействия опасных и неблагоприятных производственных факторов,

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

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

помещениях.»[7]

«Общие положения и область применения»[6]

«Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.»[6]

«Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.»[6]

«В соответствии со статьями 9 и 34 Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата. «[6]

«Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами. «[6]

«Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и

контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно - эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств. «[6]

«Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование".»[6]

«Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. «[6]

«Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации. «[6]

«Нормативные ссылки»[6]

«Закон РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".»[6]

«Положение о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625. «[6]

«Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94. «[6]

«Термины и определения»[6]

«Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей. «[6]

«Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения. «[6]

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

Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. »[6]

«Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. »[6]

«Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в $^{\circ}\text{C}$. «[6]

«Общие требования и показатели микроклимата»[6]

«Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. «[6]

«Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.»[6]

«Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

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

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств. «[6]

«Оптимальные условия микроклимата»[6]

«Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.»[6]

«Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке. «[6]

«Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. «[6]

«Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин.»[6]

Требования по пожарной безопасности

«В целях настоящего Федерального закона применяются следующие понятия:

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

Требования пожарной безопасности - специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом;»[6]

Вывод

В ходе работы по разделу были выявлены все ОВПФ производственного участка сборки проектируемого узла, и предложены меры по их ликвидации для безопасной трудовой деятельности рабочих, занятых на данном промышленном участке.

4 Технологическая часть

В общем смысле, технология - это набор методов и приемов для получения и обработки различных материалов и изделий в процессе их производства. В более простых терминах, технология - это серия организационных мероприятий, направленных на создание изделий оптимального качества и расходов. Она разработана инженерами, программистами и другими специалистами, работающими в соответствующих сферах, и обычно рассматривается по конкретной отрасли производства. Существуют различные типы технологий, такие как машиностроительные, информационные, телекоммуникационные, инновационные, социальные, педагогические, строительные, химические и другие.

Путем выполнения технологических процессов, состоящих из совокупных технологических действий, происходит качественное изменение обрабатываемой среды, ее форма, строение, материально-технические и потребительские свойства. Чтобы технологический процесс был эффективным, необходимо выбирать предметы труда, определять функционал, научный потенциал, иметь материально-техническое обеспечение в соответствии с техническим заданием, а также соблюдать заданную технологию.

Выбор предметов труда включает в себя материалы, энергоресурсы, информацию, предметы живой и общественной среды, которые используются для изготовления потребительских товаров. Функционирование технологий предполагает соответствие их задачам, а средства и методы воздействия на выбранный объект труда объединяются в процессе изготовления или трансформации выбранного объекта труда. Эти методы и средства, как правило, зависят от выбранного средства труда, которое используется для изготовления конкретного изделия, такого как, например, подшипника.

Необходимо учитывать источники теплоты при разработке новой техники, поскольку научные результаты этой технологии напрямую зависят

от знаний общества, квалификации сотрудников и наличия необходимых материально-технических ресурсов для производства. Материальная и техническая база представляет собой комплекс средств производства материалов и веществ, необходимых для деятельности предприятия. Она не входит в состав производства, но является необходимой базой для работы производственной системы, такой как здания, подъездные пути, мосты коммуникаций, источники и линии электропередач.

Каждая технология имеет своё назначение, и она должна удовлетворять потребности человека. Желаемые конечные результаты или продукты чётко задаются качеством и количеством в соответствии с техническим заданием. В технологиях соблюдается специфика структуры и последовательность действий в технологической системе, которые заданы алгоритмом точного неизменного действия. Если это правило нарушено, получится абсолютно другой продукт, или ничего не получится. Процессы технологических процессов могут быть строго организованными или построенными по алгоритмам, комплексам действий, организационным действиям и методикам воздействия вещества, энергии, информации, объектов живого природного или социального окружения. Качество и ритмичность любого производства определяются соблюдением трудовых технологических и производственных дисциплин, которые гарантируют порядок производства и обеспечение работников сырьем, инструментами, материалами и трудом без потерь времени. Нарушение производственной дисциплины может привести к хаосу и беспорядку, а работа и ее результативность оказываются под вопросом, поскольку они лишены направленности процессов. Технология также описывает различные аспекты дисциплины на производстве и в других сферах деятельности. Работодатель несет ответственность за организацию производства, а работники - за соблюдение правил и порядков на производстве. Далее обсуждаются различные виды дисциплины, такие как общая обязательность и специальная обязательность. Общая обязательность связана с соблюдением законов и правил, установленных государством, в то время как специальная обязательность распространяется на определенные

сферы деятельности и обязательна только для работников и сотрудников, занятых в этих сферах. Также упоминает ряд специальных дисциплин, таких как школьные дисциплины, дисциплина поведения в дорогах, трудовые дисциплины и технологические дисциплины. Особое внимание уделяется технико-технической дисциплине, которая представляет собой строгое соблюдение требований к технологической последовательности производства. Указывается на то, что работники на производстве должны следовать правилам поведения, регламентированным трудовым кодексом, который является основным законодательным актом по труду.

4.1 Анализ технологичности конструкции изделий

Это хорошие общие требования к технологической конструкции изделий. Возможность независимой сборки узлов позволяет ускорить производство и снизить затраты на трудовые ресурсы. Возможность одновременного и самостоятельного присоединения узлов к базовым элементам также способствует быстрой сборке изделий. Автоматический механизм сборки и инструментальный доступ упрощают процесс сборки и повышают его эффективность. Пригодность для контроля качества сборки и использование несложной сборочной конструкции также являются важными факторами для обеспечения высокого качества производства. Использование методик обеспечения точности помогает сократить количество брака и повышает точность сборки изделий.

4.2 Разработка технологической схемы сборки

Согласно описанию, технологический процесс изготовления включает в себя установку и формирование соединений составных частей изделия, а сборная операция представляет собой технологическую операцию по установке и образованию соединений в составных частях заготовок или изделий. Технологический процесс сборки включает различные виды работ,

такие как подготовительные, слесарные и пригоночные, собственно сборка деталей, регулировка, контрольные и демонтажные работы. Процессы сборки зависят от конструкции изготовленного изделия и степени его дифференциации. Схема сборки изделий и установка в процессе сборки могут дать наиболее полные и достоверные представления о свойствах сборки изделий, о технологических свойствах и возможности организации сборочного процесса. Изделие в этом случае делится на группы, подгруппы и детали, при этом сборная единица, которая непосредственно включена в изделие, называется группой, а сборная единица, входящая в изделие, входящее в группу, называется подгруппой. Если сборная единица прямо входит в группу, то ее называют подгруппой первой категории, а сборная единица, входящая в первую группу, называется группой второй категории и так далее. На схеме изготовления изделий прямоугольники используются для обозначения составных частей изделий, которые разделены на три части: верхняя часть содержит название составной части, нижняя левая часть содержит название составной части, а нижняя правая часть содержит число составных частей. Схема изготовления изделий - это графическое представление последовательности изготовления изделия или составной части. При проектировании операций сборки определяется последовательность операций, возможность совмещения времени технологического перехода, выбираются оборудования, приспособления и инструменты, составляются схемы монтажа оборудования, устанавливаются режимы работы и определяются нормы времени для технологических операций и соответствующих разрядов сборщика. Операции сборки выполняются на основе принципа дифференциальной и концентрационной дифференциации. Дифференциальная операция позволяет одновременно выполнять узлы и общие сборки и использовать высокопроизводительные сборочные машины, что уменьшает длительность сборки и повышает производительность работы. Дифференциация операций используется при сборке поточного типа, а концентрация - во всех остальных случаях.

При концентрации процессов технологические переключения

выполняются параллельно, последовательно или параллельно последовательно. Последовательность операций сборки определяется на основе схем сборки и монтажа изделий с учетом следующих требований: ранее выполненные операции не должны затруднять выполнение последующих операций; разбивка процесса на операции должна производиться с учетом того, что такт сборки должен быть выполнен; после выполнения операций с регулированием или пригонкой, а также после операций, которые могут привести к браку, следует провести контрольную операцию.

4.3 Составление перечня сборочных работ

Для составления списка сборочных работ в соответствии с технологическими схемами общего и узлового сбора, используется таблица, включающая названия работ в соответствующем порядке и данные о нормировании всех требуемых видов сборки. Эти работы варьируются в зависимости от условий сборки, таких как механические обработки деталей, методы достижения точки замыкания и технологические способы соединений. Работы могут быть разделены на механические обработки, упаковку, распаковку, изготовление отдельных деталей, соединений деталей и узлов, работы, связанные с методами подъема и регулирования. Технологические процессы изготовления описываются в соответствии с установившимся объектом производства, что позволяет закреплять операции за определенным оборудованием и располагать их в технологическом порядке по потоку. Это в свою очередь позволяет использовать специальное оборудование и механизацию, автоматизацию процессов производства, а также соблюдать принцип совместимости, что приводит к сокращению времени производства сборки. Высшей формой массового производства является производство в непрерывном потоке, где каждая операция технологической линии занимает равное время по всему потоку, что обеспечивает производство без задержек в установленные сроки. Для

осуществления операций, не укладываемых в установленный такт, используются дополнительные орудия. При поточном производстве перемещение между позициями происходит непрерывно и параллельно выполняются все операции. Перечень сборочных работ в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень сборочных работ

№ операции	Содержание основных и вспомогательных работ	Время t_{on} , мин.
1	2	3
1. Узловая сборка шарниров		
1	Взять корпус шарнира	0,03
2	Установить корпус шарнира в приспособление	0,05
3	Взять обойму шарнира	0,03
4	Осмотреть обойму шарнира со всех сторон	0,04
5	Взять игольчатый подшипник	0,03
6	Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон	0,04
7	Установить подшипник на обойму	0,03
8	Взять ролик шарнира	0,04
9	Установить ролик на обойму с подшипником	0,04
10	Взять стопорное кольцо	0,03
11	Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик	0,05
12	Взять игольчатый подшипник	0,03
13	Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон	0,04
14	Установить подшипник на обойму	0,03
15	Взять ролик шарнира	0,04
16	Установить ролик на обойму с подшипником	0,03
17	Взять стопорное кольцо	0,04
18	Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик	0,04
19	Взять игольчатый подшипник	0,03
20	Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон	0,04
21	Установить подшипник на обойму	0,03
22	Взять ролик шарнира	0,04
23	Установить ролик на обойму с подшипником	0,04
24	Взять стопорное кольцо	0,03
25	Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик	0,05

Продолжение таблицы 17

1	2	3
26	Вставить обойму с подшипниками и роликами в корпус шарнира	0,03
27	Передать сборочную единицу на следующую операцию	0,04
28	Взять корпус шарнира	0,03
29	Установить корпус шарнира в приспособление	0,08
30	Взять обойму шарнира	0,10
31	Осмотреть обойму шарнира со всех сторон	0,11
32	Взять игольчатый подшипник	0,07
33	Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон	0,06
34	Установить подшипник на обойму	0,11
35	Взять ролик шарнира	0,08
36	Установить ролик на обойму с подшипником	0,08
37	Взять стопорное кольцо	0,08
38	Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик	0,10
39	Взять игольчатый подшипник	0,11
40	Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон	0,03
41	Установить подшипник на обойму	0,04
42	Взять ролик шарнира	0,04
43	Установить ролик на обойму с подшипником	0,03
44	Взять стопорное кольцо	0,04
45	Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик	0,03
46	Взять игольчатый подшипник	0,04
47	Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон	0,04
48	Установить подшипник на обойму	0,03
49	Взять ролик шарнира	0,05
50	Установить ролик на обойму с подшипником	0,03
51	Взять стопорное кольцо	0,04
52	Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик	0,03
53	Вставить обойму с подшипниками и роликами в корпус шарнира	0,03
54	Передать сборочную единицу на следующую операцию	0,02
ИТОГО:		2,52
2. Общая сборка карданного вала		
1	Взять вал карданный	0,05

Продолжение таблицы 17

1	2	3
2	Осмотреть вал со всех сторон	0,07
3	Установить вал в приспособление	0,07
4	Взять технологическое кольцо – 2 штуки	0,05
5	Установить технологической кольцо	0,05
6	Взять стопорное кольцо – 2 штуки	0,07
7	Взять чехол шарнира – 2 штуки	0,06
8	Надеть чехол шарнира на вал карданный	0,06
9	Взять шарнир первый в сборе	0,05
10	Наживить шарнир на вал карданный	0,05
11	Установить стопорное кольцо	0,05
12	Надеть чехол на корпус шарнира	0,07
13	Взять хомут – 2 штуки	0,07
14	Установить хомуты на вал и на корпус шарнира зафиксировав чехол	0,05
15	Взять шарнир второй в сборе	0,04
16	Наживить шарнир на вал карданный	0,07
17	Установить стопорное кольцо	0,06
18	Надеть чехол на корпус шарнира	0,07
19	Взять хомут – 2 штуки	0,07
20	Установить хомуты на вал и на корпус шарнира зафиксировав чехол	0,05
21	Проверить качество выполненной работы	0,04
ИТОГО:		1,22
Всего $\sum t_{on}$		11,99

Определение трудоёмкости сборки.

Для распределения работ в соответствии с планом комплектации используются регламенты, в которых указаны нормы оперативного времени для механосборочных и второстепенных переходов. После распределения работ, результаты сводятся в соответствующую графу. Общее оперативное время на все виды работ при сборке разрабатываемого узла определяется как сумма отдельных оперативных времен, указанных в регламентах.

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 3,74 \text{ мин.}$$

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

$$t_{ит}^{общ} = t_{он}^{общ} + t_{он}^{общ} * \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right), \quad (62)$$

«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]

$$\text{Тогда } t_{ит}^{общ} = 3,74 + 3,74 * \frac{2+4}{100} = 3,96 \text{ мин.}$$

4.4 Определение типа производства

Необходимо определить тип производства для сборки на основе годового объема производства изделий и общей трудоёмкости, требуемой для сборки узла.

В данном проекте $N = 150000$ шт.; $t_{ит}^{общ} = 3,96 \text{ мин.}$, поэтому принимаем крупносерийное производство.

Для организации крупносерийного производства с использованием поточных технологий необходимо определить интервал времени, в течение которого производится одно изделие - такт выпуска.

$$T_g = \frac{F_g * 60 * m}{N}, \quad (63)$$

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

m – количество рабочих смен в сутки;

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

$$T_g = 4015 * \frac{60}{150000} = 1,61 \text{ мин.}$$

4.5 Выбор организационной формы сборки

Выбор организационной формы сборки зависит от ряда факторов, включая конструкцию изделия, его массу, объём производства и продолжительность производственного процесса. Для крупносерийного производства наиболее эффективным вариантом является подвижная поточная сборка, которая включает расчленение производственного процесса на отдельные операции и передачу собираемого объекта между ними с помощью механических транспортных устройств.

4.6 Составление маршрутной технологии

Технология маршрутизации включает определение последовательности и содержания технологических операций для общего и узлового сбора. Эта последовательность определяется на основе технологических схем общего и узлового сбора. Формирование содержания операций должно учитывать однородность и законченность работы. Целостность соединений при изменении положения или транспортировке сборочного объекта является признаком завершения этапа работы. Для массовых и крупных производств из общей номенклатуры работ в плане исключается работа, которая может быть выделена вне общих и узловых сборок, такие как упаковка, промывка, продувка, очистка и контроль входа. Технологический маршрут производства изделий оформляется в таблице, где указываются номера и наименования операций, их содержание без разграничения по техническому переходу, технологическому оборудованию и временной норме. Маршрутная технология представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Маршрутная технология

№ операц	Название операции	Наименование технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, мин
1	2	3	4	5
005		<p>Взять корпус шарнира Установить корпус шарнира в приспособление Взять обойму шарнира Осмотреть обойму шарнира со всех сторон Взять игольчатый подшипник Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон Установить подшипник на обойму Взять ролик шарнира Установить ролик на обойму с подшипником Взять стопорное кольцо Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик Взять игольчатый подшипник Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон Установить подшипник на обойму Взять ролик шарнира Установить ролик на обойму с подшипником Взять стопорное кольцо Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик Взять игольчатый подшипник Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон Установить подшипник на обойму Взять ролик шарнира Установить ролик на обойму с подшипником Взять стопорное кольцо Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик Вставить обойму с подшипниками и роликами в корпус шарнира Передать сборочную единицу на следующую операцию Взять корпус шарнира Установить корпус шарнира в приспособление Взять обойму шарнира Взять обойму шарнира</p>	<p>Специальное установочно-зажимное приспособление Грузонесущий подвесной конвейер</p>	1,61

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5
		<p>Осмотреть обойму шарнира со всех сторон Взять игольчатый подшипник Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон Установить подшипник на обойму Взять ролик шарнира Установить ролик на обойму с подшипником Взять стопорное кольцо Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик Взять игольчатый подшипник Осмотреть игольчатый подшипник со всех сторон Установить подшипник на обойму Взять ролик шарнира Установить ролик на обойму с подшипником Взять стопорное кольцо Установить стопорное кольцо на обойму зафиксировав ролик Вставить обойму с подшипниками и роликами в корпус шарнира Передать сборочную единицу на следующую операцию</p>		
010	Общая сборка карданного вала	<p>Взять вал карданный Осмотреть вал со всех сторон Установить вал в приспособление Взять технологическое кольцо – 2 штуки Установить технологической кольцо Взять стопорное кольцо – 2 штуки Взять чехол шарнира – 2 штуки Надеть чехол шарнира на вал карданный Взять шарнир первый в сборе Наживить шарнир на вал карданный Установить стопорное кольцо Надеть чехол на корпус шарнира Взять хомут – 2 штуки Взять шарнир второй в сборе Наживить шарнир на вал карданный Установить стопорное кольцо Надеть чехол на корпус шарнира Взять хомут – 2 штуки Установить хомуты на вал и на корпус шарнира зафиксировав чехол</p>	<p>Специальное установочно-зажимное приспособление Грузонесущий подвесной конвейер</p>	1,61

Вывод

В ходе технической разработки данной работы была составлена схема и маршрутная технология, которая представлена в формате А1.

5 Экономическая эффективность проекта

Продуктивность инвестпроекта оценивается по нескольким аспектам, включающим в себя чистый доход, чистый дисконтированный доход, внутреннюю норму рентабельности, показатель рентабельности капитализаций и трудозатрат, а также срок рентабельности инвестпроекта. Чистый доход представляет собой разницу между денежными притоками и оттоками по проекту за весь период его реализации. Чистый дисконтированный доход вычисляется с учетом коэффициента дисконтирования, и может быть рассчитан как сумма чистой прибыли и амортизации, вычтенная из капитальных вложений по проекту. Внутренняя норма доходности оценивается на начальном этапе и сравнивается со ставкой дисконта по проекту. Если внутренняя норма доходности выше, то проект считается эффективным, в противном случае - нецелесообразным. Индексы доходности рассчитываются как отношение чистых притоков по проекту к чистым оттокам. Индекс доходности инвестиций вычисляется как чистый дисконт, деленный на дисконтированные капитальные вложения по проекту, плюс единица.

Также стоит упомянуть показатель рентабельности капитализации, который рассчитывается как отношение чистой прибыли проекта к его стоимости, и трудозатрат, которые могут быть учтены в рамках расчета чистого дохода или других показателей, например, при определении срока рентабельности инвестпроекта.

Срок рентабельности инвестпроекта определяет время, за которое инвестиции в проект начинают приносить прибыль. Этот показатель может быть рассчитан как отношение капитальных вложений в проект к годовой прибыли от проекта, либо как срок, в течение которого чистый дисконтированный доход станет положительным.

В целом, все перечисленные показатели используются для оценки финансовой эффективности инвестпроекта и помогают принимать решения о его реализации или отказе от него. Однако, следует помнить, что при оценке

инвестпроекта необходимо учитывать и другие аспекты, такие как риски, социальная значимость проекта и его влияние на окружающую среду.

Очень важным фактором является срок окупаемости проекта, который отображает период времени от начала проекта до момента, когда накопленные денежные потоки (дисконтированные или не дисконтированные в зависимости от вида срока окупаемости) превышают вложенные средства. Существует два вида срока окупаемости: дисконтированный и не дисконтированный (или простой), и для их расчета используются соответствующие денежные потоки. Окупаемый срок проекта не является основным показателем эффективности, но должен быть учтен как ограничение проекта и укладываться в жизненный цикл проекта. Два основных критерия, характеризующих продуктивность инвестпроекта, - это чистый дисконтированный дивиденд и показатель рентабельности вложения, которые позволяют сделать выводы о результативности проекта. Если чистая дисконтированная прибыль на проекте не отрицательная и индекс прибыли больше единицы, то проект можно считать эффективным и использовать его к внедрению. Исходные данные для расчета приведены в таблице 19.

Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

«Таблица 19 - Исходные данные

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

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле ниже, расчетные данные в таблице 20.

(64)

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

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

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

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

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

«Таблица 20 - Расчет затрат на сырье и материалы»

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	1,54	224,07
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,55	73,41
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	1,98	257,54
Бронза (отходы)	кг	3,1	1,78	5,52
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,3	175,14
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	2,8	13,16
Итого				748,83
<i>Ктзр</i>		1,45		10,86
<i>Квот</i>		1		7,49
Всего				767,18

$M = 767,18$ руб.

Расчет статьи затрат "Покупные изделия" производится по формуле ниже, расчетные данные в таблице 21.

$$\Sigma\Pi_i = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр}/100 \quad (65)$$

где C_i - оптовая цена покупных изделий i -го вида, руб.

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

Таблица 21 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Подшипник	шт.	1750,54	2	3501,08
Стакан подшипника	шт.	1358,88	2	2717,76
Смазка	шт.	254,45	2	508,90
Комплект уплотнительных шайб	шт.	554,88	2	1109,76
Кольцо уплотнительное	шт.	35,68	4	142,72
Болт	шт.	111,54	4	446,16
Итого				8426,38
<i>Ктзр</i>		1,45		122,18
Всего				8548,56

$\Pi_i = 8548,56$ руб.

"Основная заработная плата производственных рабочих"

$$Z_o = 3t(1 + K_{прем}/100) \quad (66)$$

где $3t$ – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:»[8]

$$\langle Zm = Cp.i \cdot Ti \quad (67)$$

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

Ti – трудоемкость выполнения операции, час.

$K_{прем.}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %. Расчетные данные в таблице 22.

Таблица 22 - Расчет затрат на выполнение операций

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

$$Zo = 726,74 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = Zo \cdot K_{вып} \quad (68)$$

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

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

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

$$C_{соц.н.} = (Zo + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (69)$$

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

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

$$C_{сод.обор.} = Zo \cdot E_{обор.} / 100 \quad (70)$$

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

«Ссод.обор. = 726,74 · 1,94 = 1409,87 руб.

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{цех} = Z_0 \cdot E_{цех} / 100 \quad (71)$$

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

$$C_{цех} = 726,74 \cdot 1,72 = 1249,99 \text{ руб.}$$

Расходы на инструмент и оснастку

$$C_{инстр.} = Z_0 \cdot E_{инстр.} / 100 \quad (72)$$

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

$$C_{инстр.} = 726,74 \cdot 0,03 = 21,80 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{цех.с.с.} = M + Пн + Z_0 + C_{соц.н.} + Z_{доп.} + C_{сод.обор.} + C_{цех.} + C_{инстр.} \quad (73)$$

$$C_{цех.с.с.} = 767,18 + 8548,56 + 726,74 + 248,54 + 101,74 + 1409,87 + 1249,99 + 21,80 = 13074,42 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы

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

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

$$C_{обзав.} = 726,74 \cdot 1,97 = 1431,67 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{об.зав.с.с.} = C_{обзав.} + C_{цех.с.с.} \quad (75)$$

$$C_{об.зав.с.с.} = 1431,67 + 13074,42 = 14506,09 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{ком.} = C_{об.зав.с.с.} \cdot E_{ком.} / 100 \quad (76)$$

где $E_{ком.}$ - коэффициент коммерческих расходов

$$C_{ком.} = 14506,09 \cdot 0,0029 = 42,07 \text{ руб.} \text{»[8]}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (77)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 14506,09 + 42,07 = 14548,15 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (78)$$

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

$$\text{Цотп.б.} = 14548,15 \cdot (1 + 0,3) = 18912,60 \text{ руб.}$$

Сравнительная калькуляция в таблице 23.

Таблица 23 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	843,89	767,18
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	8548,56	8548,56
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	726,74	726,74
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	101,74	101,74
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	248,54	248,54
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1409,87	1409,87
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	1249,99	1249,99
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	21,80	21,80
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	13151,14	13074,42
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1431,67	1431,67
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	14582,80	14506,09
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	42,29	42,07
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	14625,09	14548,15
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	19012,62	19012,62»[8]

Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат:

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (79)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (80)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 843,89 + 8548,56 + 726,74 + 101,74 + 248,54 = \\ &= 10469,48 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 767,18 + 8548,56 + 726,74 + 101,74 + 248,54 = \\ &= 10392,76 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (81)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (82)$$

где $V_{год}$ - объём производства

$$З_{перем.б.} = 10469,48 \cdot 150000 = 1570421953,99 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 10392,7 \cdot 150000 = 1558914299,74 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (83)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (84)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1409,87 + 21,80 + 1249,99 + 1431,67 + 42,29 = \\ &= 4155,62 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1409,87 + 21,80 + 1249,99 + 1431,67 + 42,07 = \\ &= 4155,39 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (85)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (86)$$

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

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

Определение амортизационных отчислений:

$$\text{Ам.уд.} = (\text{Ссод.обор.} + \text{Синстр.}) \cdot N_A / 100 \quad (87)$$

где N_A - доля амортизационных отчислений, %

$$N_A = 12 \%$$

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

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot V_{\text{год}} \quad (88)$$

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

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (89)$$

$$\text{Выручка} = 19012,62 \cdot 150000 = 2851893480,48 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (90)$$

$$\text{Дмарж.} = 2851893480,48 - 1558914299,74 = 1292979180,73 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (91)$$

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

$$\text{Акрит.} = 72315 \text{ руб.} \text{»[8]}$$

Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (92)$$

«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.

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

Объём продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (93)$$

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

$$V_{\text{прод.}1} = 72315 + 1 \cdot 15537 = 87852 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 72315 + 2 \cdot 15537 = 103389 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 72315 + 3 \cdot 15537 = 118926 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 72315 + 4 \cdot 15537 = 134463 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 72315 + 5 \cdot 15537 = 150000 \text{ шт.}$$

Выручка по годам:

$$\text{Выручка.}i = \text{Цотп.} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (94)$$

$$\text{Выручка.}1 = 19012,62 \cdot 87852 = 1670296973,65 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}2 = 19012,62 \cdot 103389 = 1965696100,35 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}3 = 19012,62 \cdot 118926 = 2261095227,06 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}4 = 19012,62 \cdot 134463 = 2556494353,77 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}5 = 19012,62 \cdot 150000 = 2851893480,48 \text{ руб.}$$

»[8]

«Переменные затраты

для базового варианта:

$$З_{перем.б.i} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{прод.i} \quad (95)$$

$$З_{перем.б.1} = 10469,48 \cdot 87852 = 919764730,01 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.2} = 10469,48 \cdot 103389 = 1082429036,01 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.3} = 10469,48 \cdot 118926 = 1245093342,00 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.4} = 10469,48 \cdot 134463 = 1407757648,00 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.5} = 10469,48 \cdot 150000 = 1570421953,99 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$З_{перем.пр.i} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{прод.i} \quad (96)$$

$$З_{перем.пр.1} = 10392,76 \cdot 87852 = 913024927,07 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.2} = 10392,76 \cdot 103389 = 1074497270,24 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.3} = 10392,76 \cdot 118926 = 1235969613,41 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.4} = 10392,76 \cdot 134463 = 1397441956,58 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.5} = 10392,76 \cdot 150000 = 1558914299,74 \text{ руб.}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{год} \quad (97)$$

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

Полная себестоимость

для базового варианта:

$$С_{полн.б.i} = З_{перем.б.i} + З_{пост.б} \quad (98)$$

$$С_{полн.б.1} = 919764730,01 + 623342261,76 = 1543106991,77 \text{ руб.}$$

$$С_{полн.б.2} = 1082429036,01 + 623342261,76 = 1705771297,77 \text{ руб.} \\ \gg[8]$$

$$\text{«Сполн.б.3} = 1245093342,00 + 623342261,76 = 1868435603,76 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 1407757648,00 + 623342261,76 = 2031099909,76 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 1570421953,99 + 623342261,76 = 2193764215,75 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (99)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 913024927,07 + 623308889,56 = 1536333816,64 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 1074497270,24 + 623308889,56 = 1697806159,81 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 1235969613,41 + 623308889,56 = 1859278502,97 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 1397441956,58 + 623308889,56 = 2020750846,14 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 1558914299,74 + 623308889,56 = 2182223189,31 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (100)$$

$$\text{Пр.обл.1} = (1670296973,65 - 1536333816,64) - (1670296973,65 - 1543106991,77) = 6773175,14 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = (1965696100,35 - 1697806159,81) - (1965696100,35 - 1705771297,77) = 7965137,96 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = (2261095227,06 - 1859278502,97) - (2261095227,06 - 1868435603,76) = 9157100,79 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = (2556494353,77 - 2020750846,14) - (2556494353,77 - 2031099909,76) = 10349063,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = (2851893480,48 - 2182223189,31) - (2851893480,48 - 2193764215,75) = 11541026,44 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (101)$$

$$\text{Нпр.1} = 6773175,14 \cdot 0,20 = 1354635,03 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 7965137,96 \cdot 0,20 = 1593027,59 \text{ руб.} \text{»[8]}$$

$$\langle \text{Нпр.3} = 9157100,79 \cdot 0,20 = 1831420,16 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.4} = 10349063,62 \cdot 0,20 = 2069812,72 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.5} = 11541026,44 \cdot 0,20 = 2308205,29 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (102)$$

$$\text{Пр.ч.1} = 6773175,14 - 1354635,03 = 5418540,11 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.2} = 7965137,96 - 1593027,59 = 6372110,37 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.3} = 9157100,79 - 1831420,16 = 7325680,63 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.4} = 10349063,62 - 2069812,72 = 8279250,89 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.5} = 11541026,44 - 2308205,29 = 9232821,15 \text{ руб.}$$

Расчет экономии

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (103)$$

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

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 140000 \text{ циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 19012,62 \cdot 140000 / 100000 - 19012,62 = 7605,05 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Впрод.}i \quad (104)$$

$$\text{ЧД1} = 5418540,11 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 87852 = 699307383,02 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД2} = 6372110,37 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 103389 = 818420603,97 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД3} = 7325680,63 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 118926 = 937533824,91 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД4} = 8279250,89 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 134463 = 1056647045,85 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД5} = 9232821,15 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 150000 = 1175760266,80 \text{ руб}$$

»[8]

«Дисконтирование денежного потока.

$$\alpha_{ii} = 1/(1 + Ecm.i)^t \quad (105)$$

где $Ecm.i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов

$$Ecm. = 10 \%$$

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

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (106)$$

$$ДСП_1 = 699307383,02 \cdot 0,909 = 635670411,17 \text{ руб.}$$

$$ДСП_2 = 818420603,97 \cdot 0,826 = 676015418,88 \text{ руб.}$$

$$ДСП_3 = 937533824,91 \cdot 0,751 = 704087902,51 \text{ руб.}$$

$$ДСП_4 = 1056647045,85 \cdot 0,863 = 911886400,57 \text{ руб.}$$

$$ДСП_5 = 1175760266,80 \cdot 0,621 = 730147125,68 \text{ руб.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (107)$$

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

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

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (108)$$

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

$$J_0 = 0,15 \cdot (1536333816,64 + 1697806159,81 + 1859278502,97 +$$

$$+ 2020750846,14 + 2182223189,31) = 1394458877,23 \text{ руб.} \text{»}[8]$$

«Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (109)$$

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

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (110)$$

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

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (111)$$

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

На рисунке 2 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

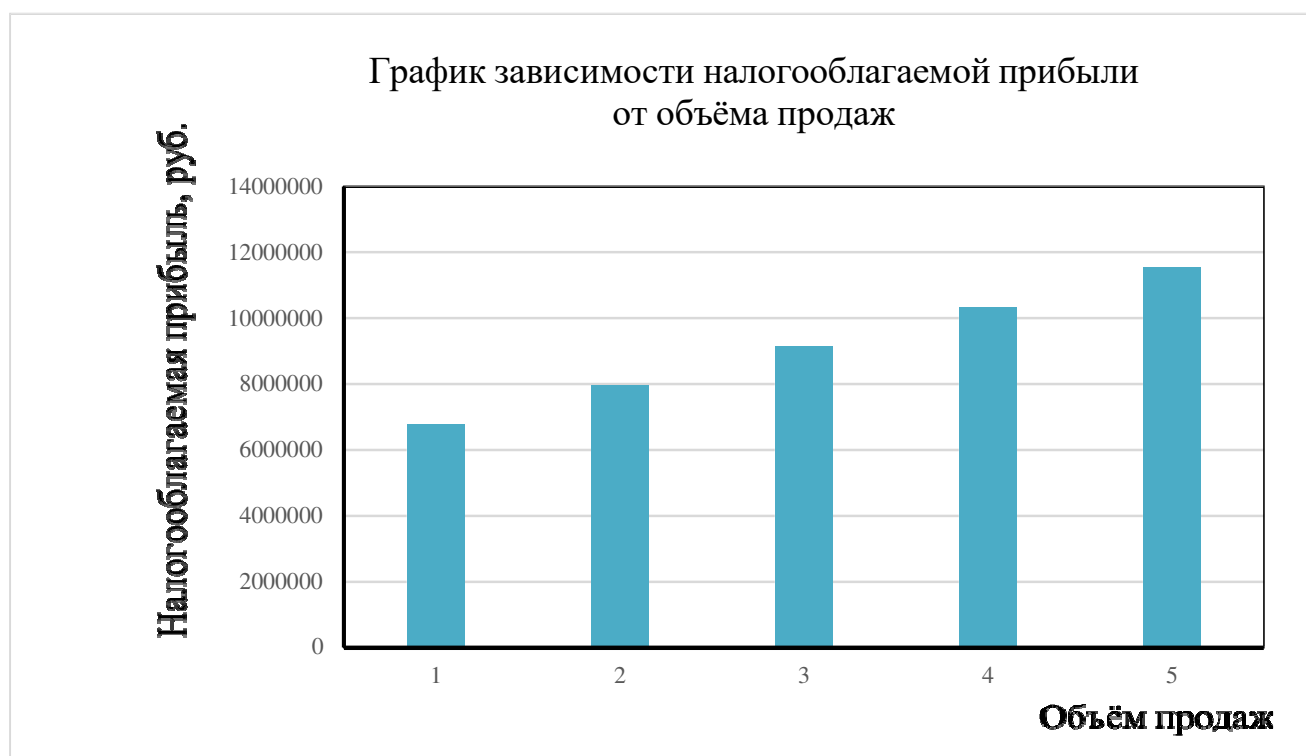


Рисунок 2 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.»[8]

Выводы и рекомендации

Экономический эффект, полученный в результате технических мероприятий, оказался положительным, с увеличением количества ресурсов автомобиля. Индекс доходности проекта составил 1,62, а стоимость дизайн-проекта была оценена как высокая. После внедрения данных автозапчастей в серийное производство, проект может ожидать прибыль, рассчитанную на основании финансовых расчетов. Более того, проектная машина может принести значительные чистые прибыли в размере 2263348381.57 рублей.

Для дополнительной оценки эффективности проекта были проведены исследования его влияния на окружающую среду. Использование новых технологий в производстве автомобилей может существенно уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу, что положительно скажется на экологической ситуации в регионе. Более того, повышение ресурса автомобиля после модернизации карданного вала позволит снизить количество отработанных машин и соответственно уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Кроме того, проект может оказать положительное влияние на экономическое развитие региона, где будет осуществляться его производство. Создание новых рабочих мест, увеличение объемов производства и рост экспортных возможностей в будущем могут стать движущей силой для развития региональной экономики.

Риски проекта оцениваются как низкие, так как проектный показатель окупаемости составляет всего лишь 0,62 года. В свою очередь, новая модернизированная конструкция карданного вала может быть успешно применена в массовом автопроизводстве. Таким образом, можно сделать вывод о том, что проект является эффективным и может принести значительные социальные и экономические выгоды. И также, внедрение модернизированной конструкции карданного вала в серийное производство автомобилей является выгодным и эффективным решением, которое может принести не только экономическую выгоду, но и способствовать экологической и социальной устойчивости развития региона.

Заключение

В ходе анализа выбора схем для проектируемых и аналогичных узлов автомобиля, а также возможностей технологической обработки, конструкторской стадии проектирования была выбрана модель, которая наиболее успешно сочетает все отмеченные вопросы. Экономические оценки показали, что новая конструкция проекта имеет явные преимущества в потребительском и эксплуатационном отношении. С целью дальнейшего улучшения потребительского качества можно применить современные материалы конструкции. Предполагается, что накопленный опыт в конструкторских отделах позволит разработать новые технические решения для перспективных автомобилей. Сегодня в мире автомобилестроения применяются все более новые технологии, которые позволяют создавать более экологичные, безопасные и эффективные автомобили. Некоторые из таких инноваций включают в себя использование альтернативных источников энергии, таких как электрические и гибридные двигатели, а также более продвинутые системы безопасности, которые уменьшают риск возникновения аварий. Также важно отметить, что инновации в автомобильной промышленности не ограничиваются только технологическими новшествами. Важную роль играет также разработка новых концептуальных решений и дизайна, которые помогают создавать более привлекательные и функциональные автомобили. В целом, можно сказать, что инновации являются ключевым фактором для развития автомобильной промышленности, которая постоянно совершенствуется и находится в поиске новых решений для улучшения качества своей продукции. Результаты этой работы соответствуют текущему состоянию и будущему развитию науки в области технического машиностроения. Применение конструкторских и технологических решений, используемых в проекте, способствует улучшению ресурса, надежности и технических характеристик автомобиля, что в свою очередь повышает его потребительское качество и конкурентоспособность.

Список используемых источников

1. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.
2. Автомобили: Техническое обслуживание ремонт расчеты / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
3. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, -304 с.
4. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
5. Анурьев В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
7. Горина Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Кисуленко Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
12. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
13. Лысов М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М.: Машиностроение, 1972.–233 с.

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

Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.

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

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

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

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

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

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

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

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

Графики тягово-динамического расчета

Внешняя скоростная характеристика

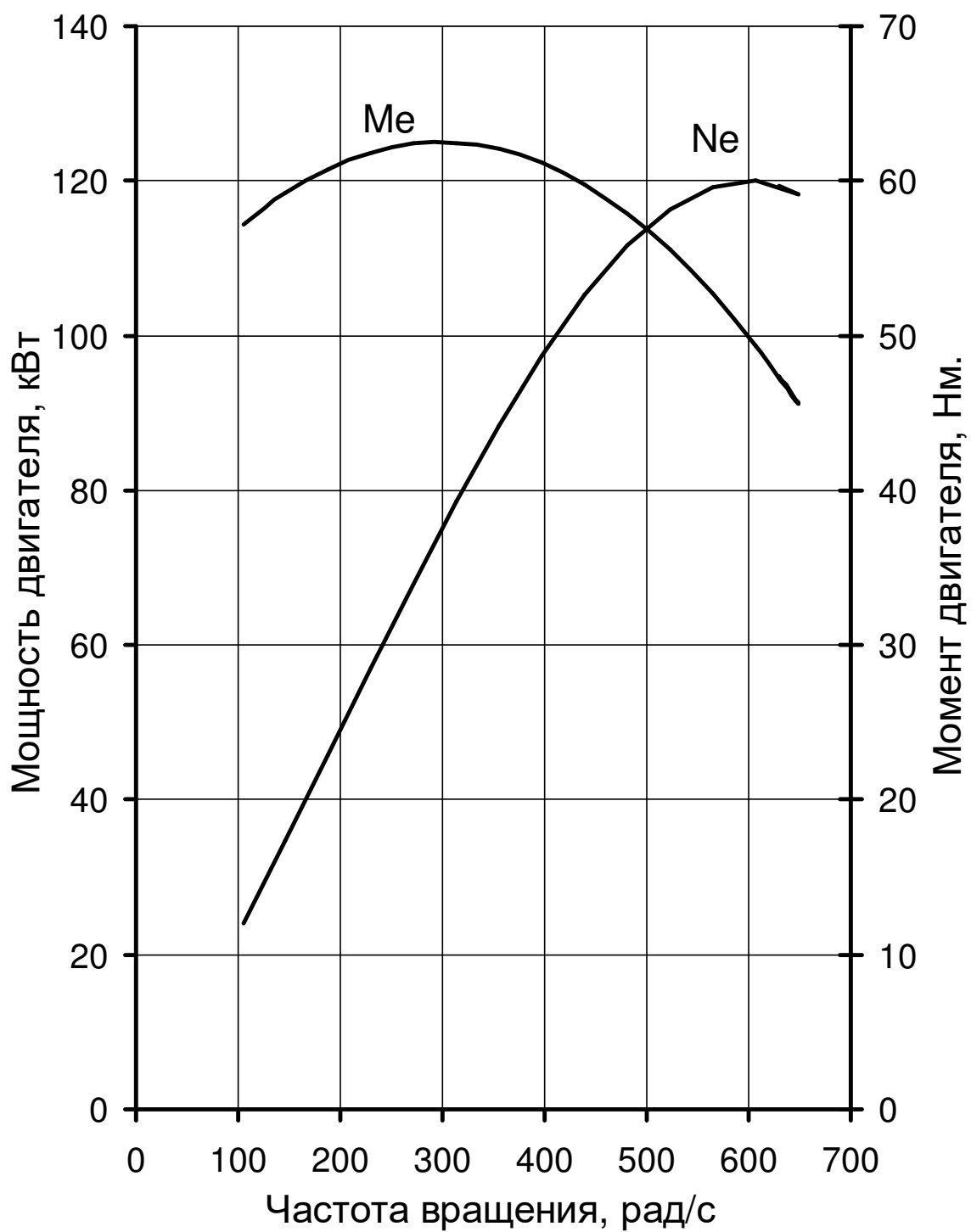


Рисунок А.1 - Внешняя скоростная характеристика

Баланс мощностей

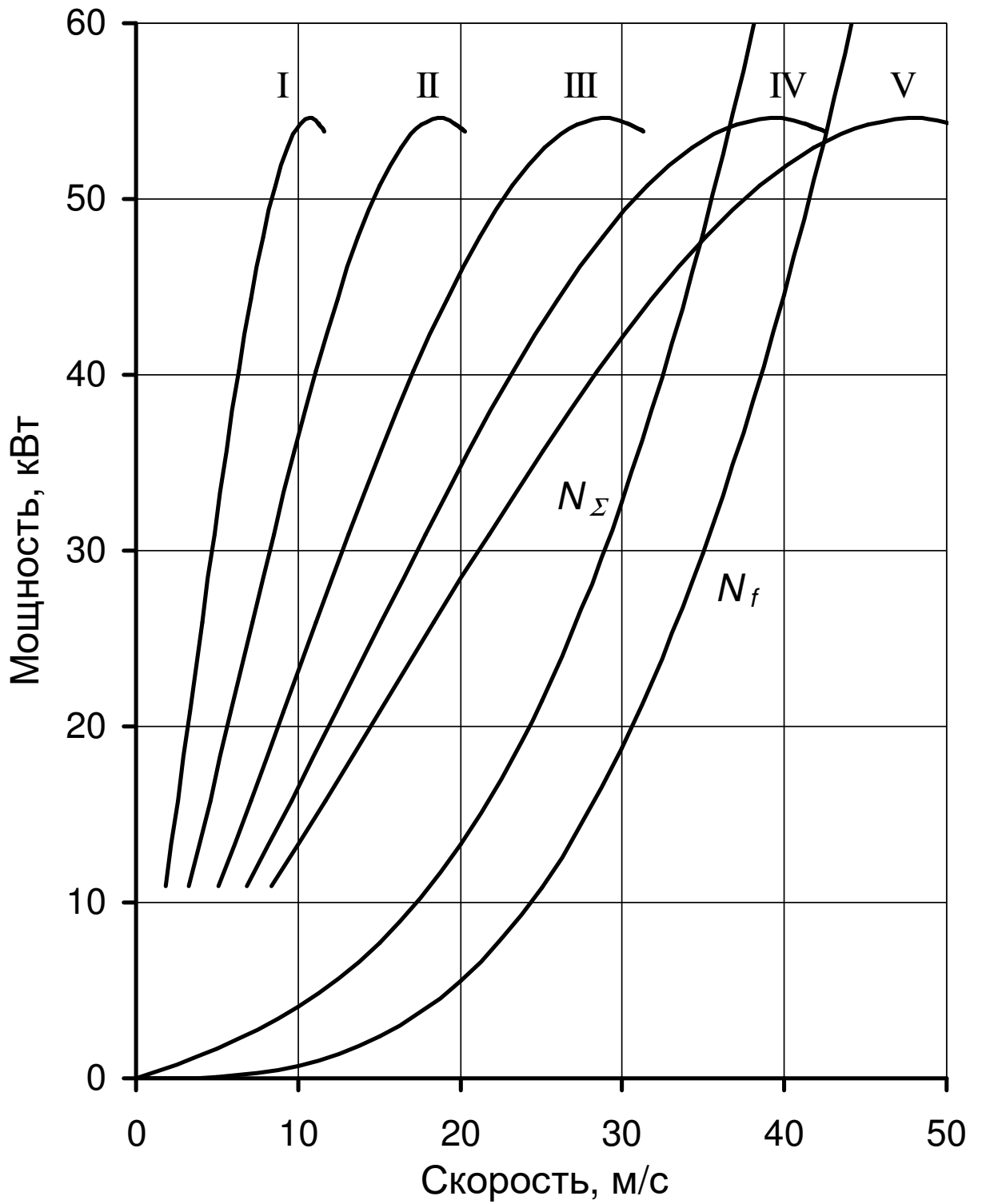


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

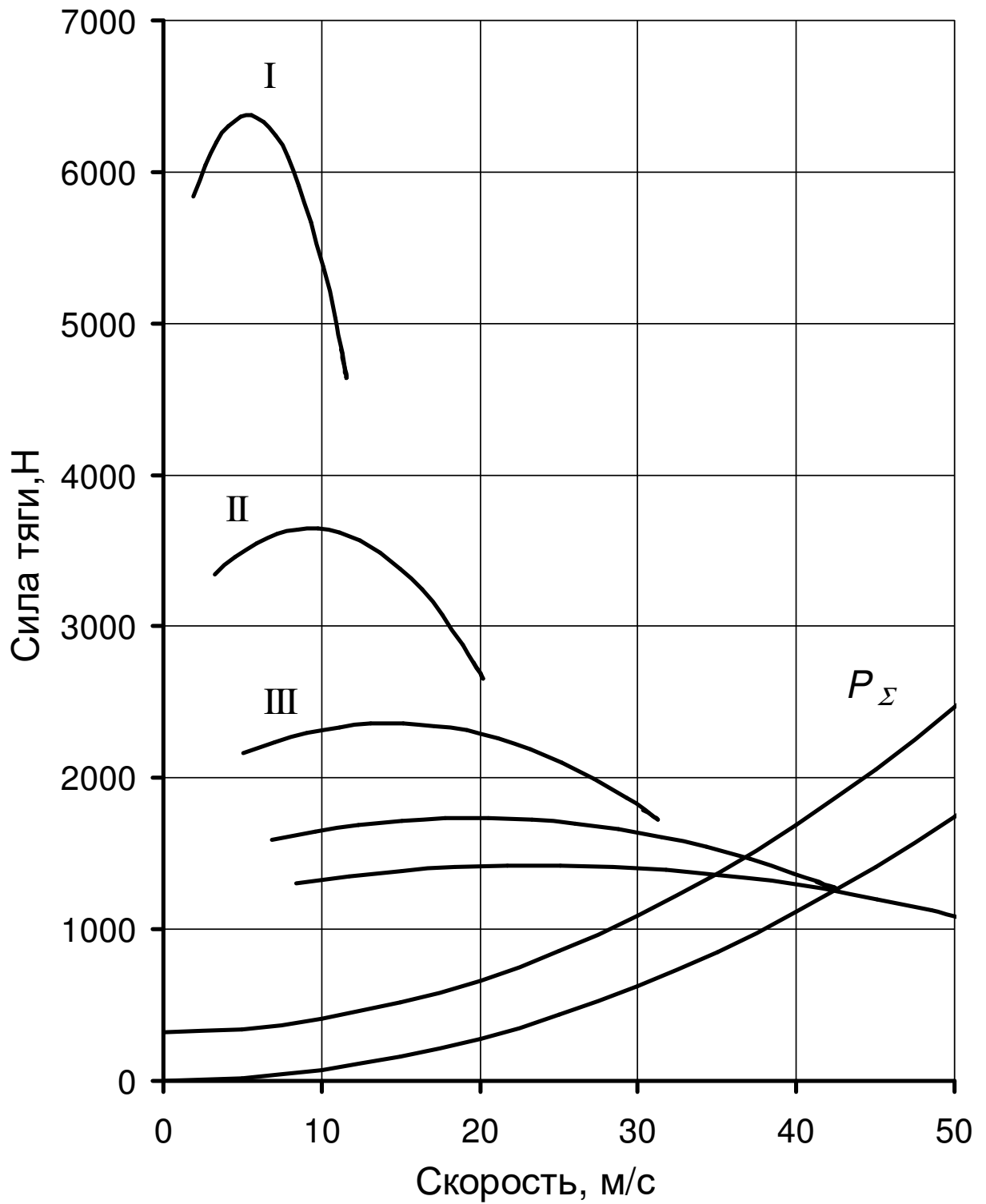


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

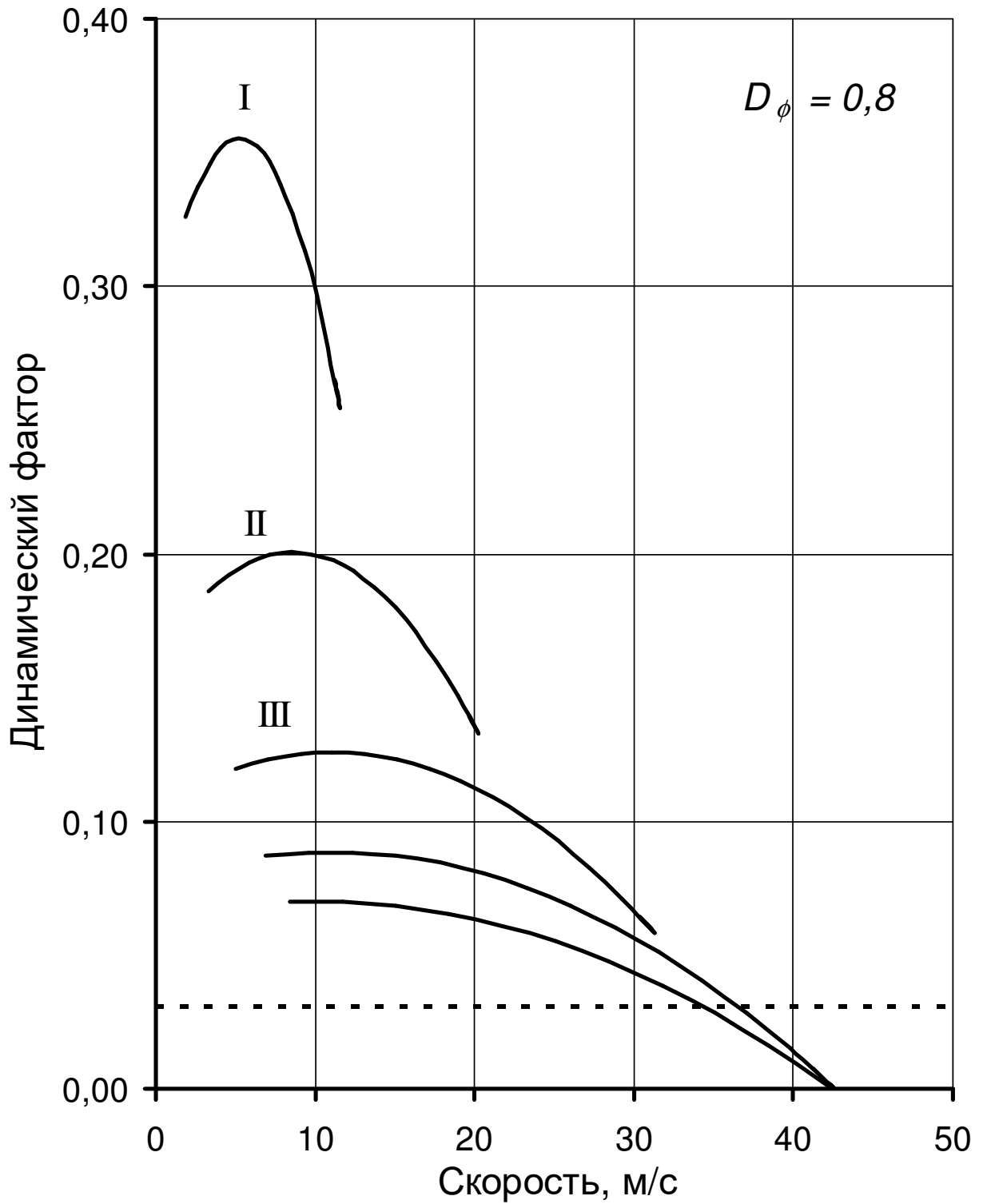


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Ускорения на передачах

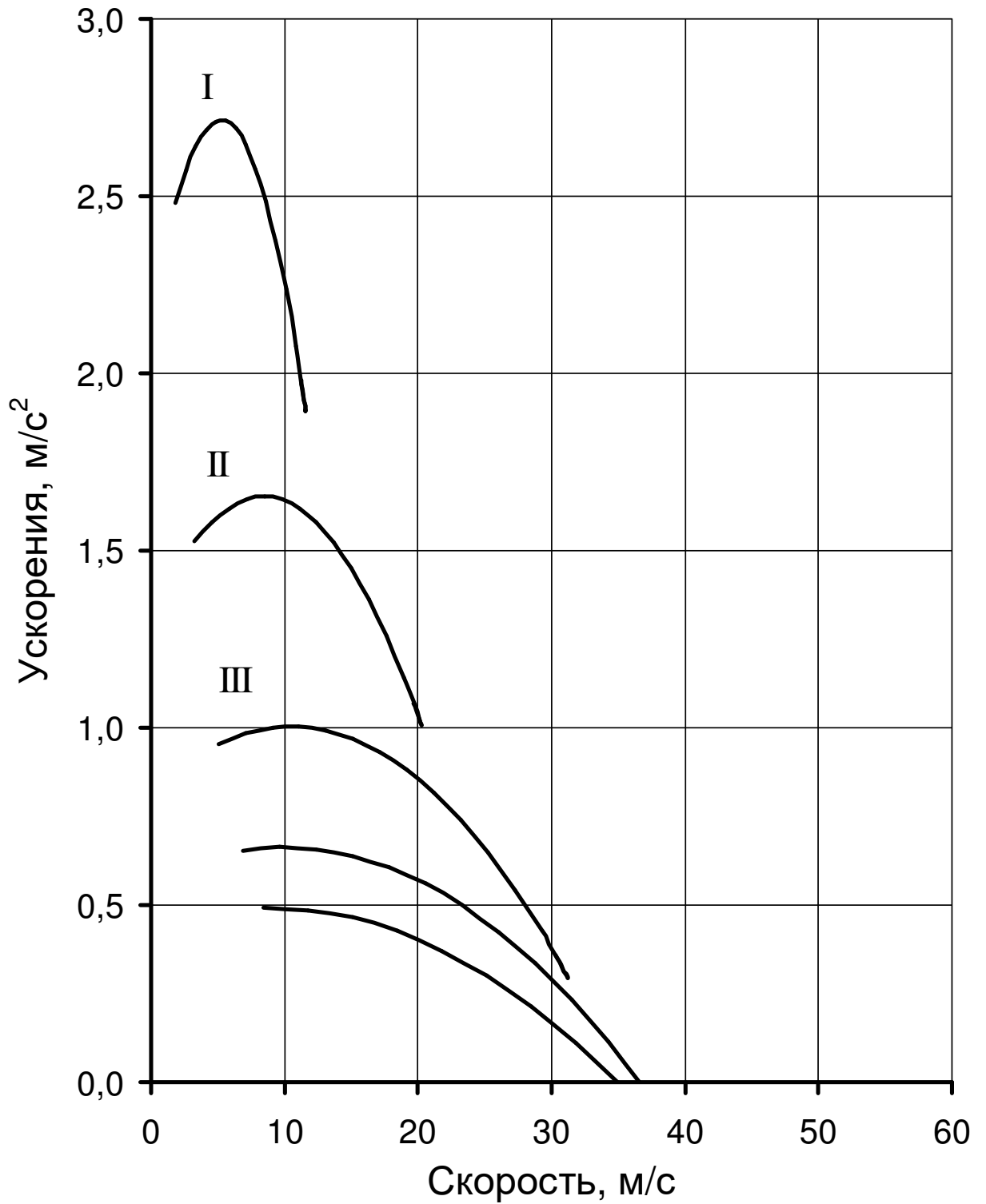


Рисунок А.5 – Ускорение на передачах

Время разгона

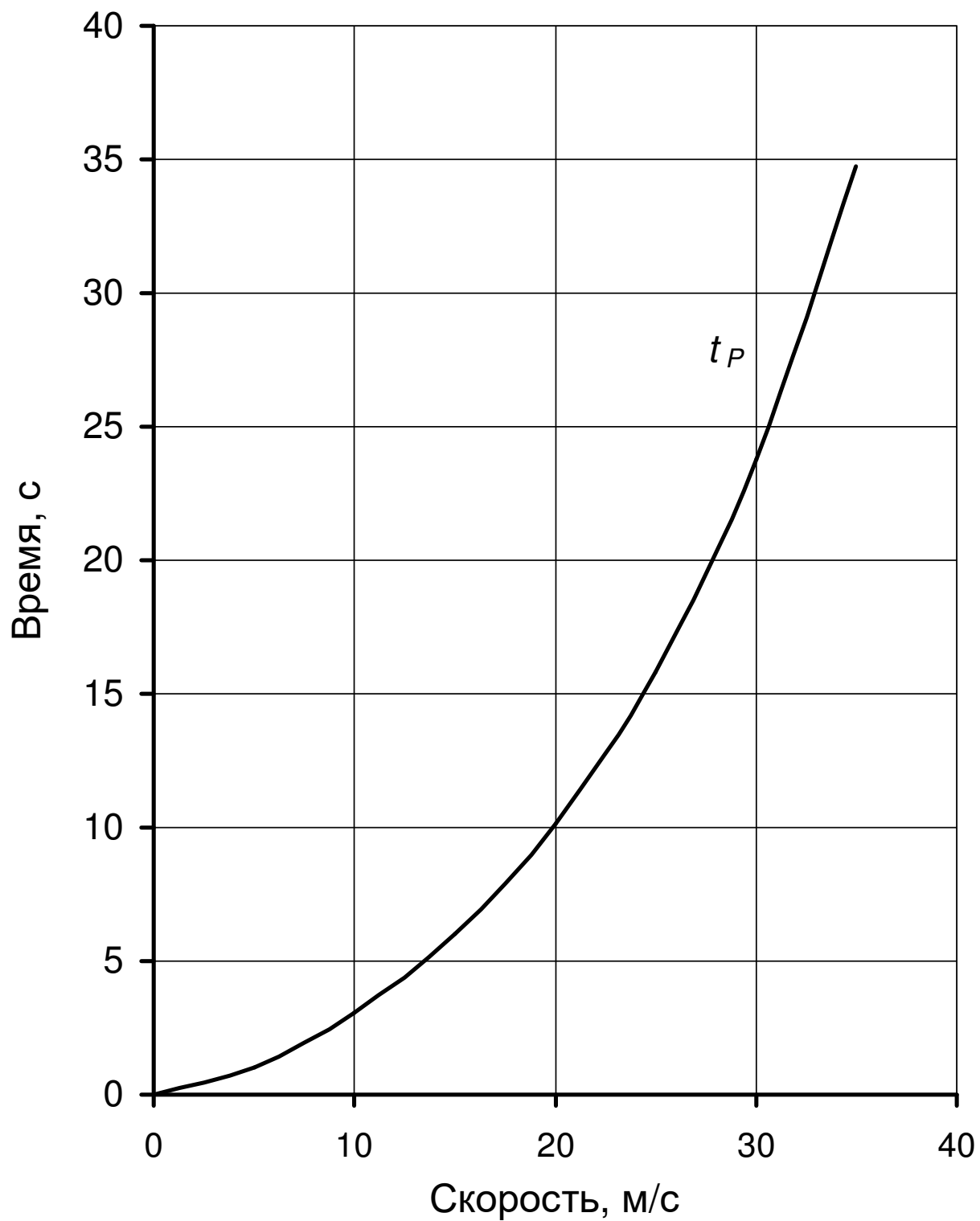


Рисунок А.6 – Время разгона

Путь разгона

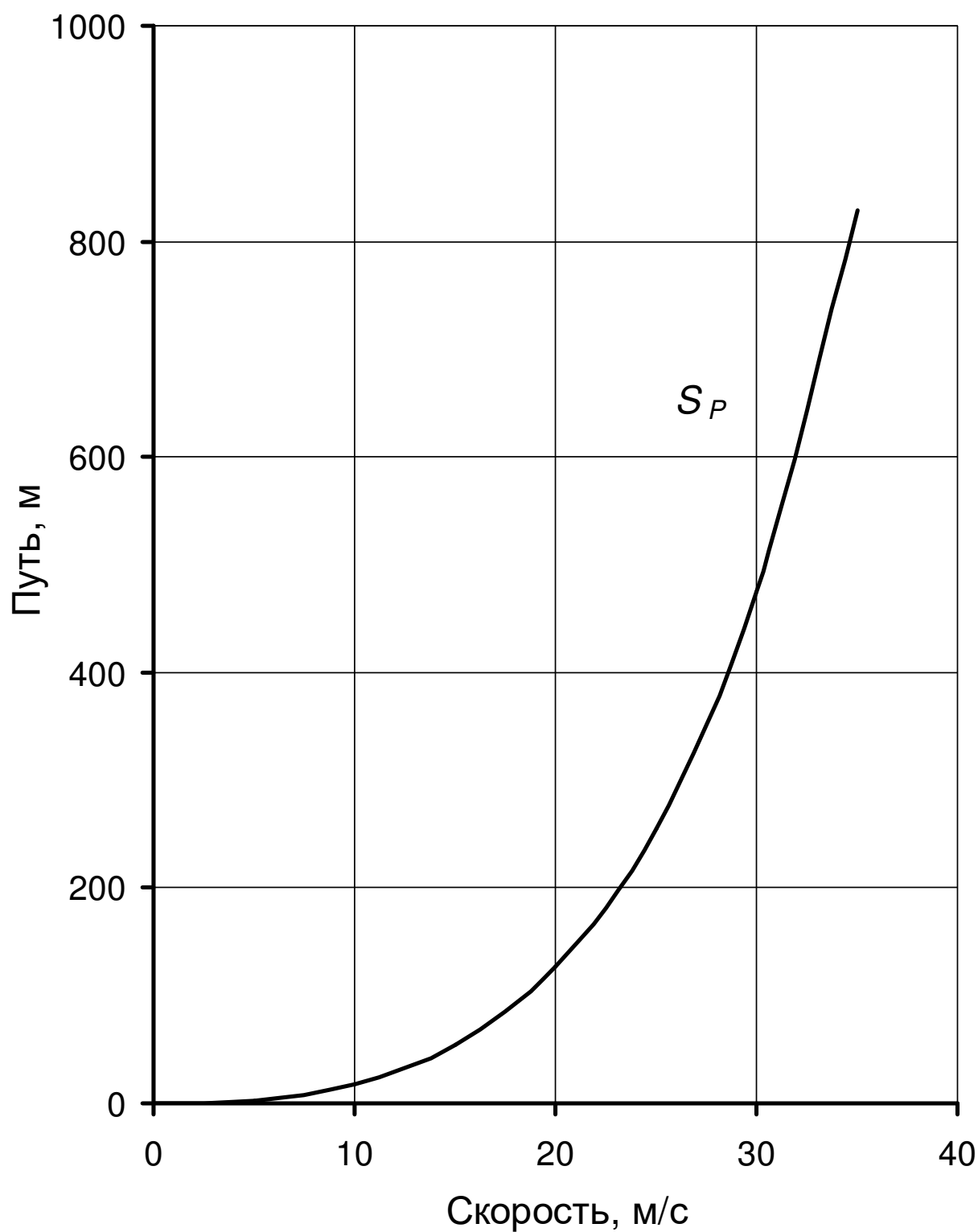


Рисунок А.7 – Путь разгона

Путевой расход топлива

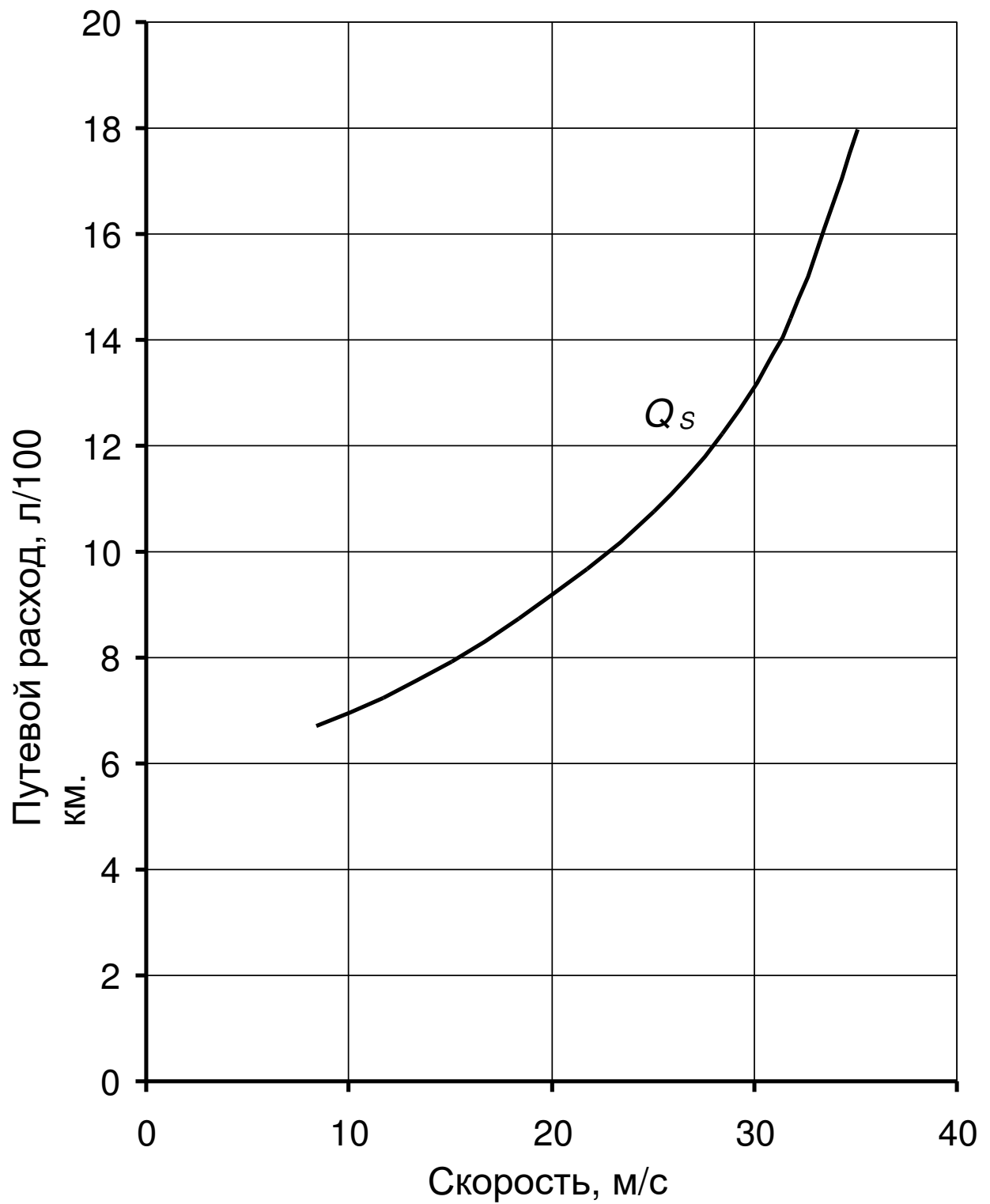


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива