

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 Рулевое управление автомобиля Lada Niva Travel с электроусилителем

Обучающегося

В.В. Лытонин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

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

Консультанты

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

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

канд. техн. наук, доцент И.В. Дерябин

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2023

## Аннотация

Стабильная управляемость, простое и экономичное обслуживание, безопасное вождение, длительный срок службы и эффективность всех систем автомобиля - таким должен быть автомобиль сегодня.

Тема данной дипломной работы - "Рулевое управление автомобиля Lada Niva Travel с электроусилителем". Из-за сложности и скорости мира современный автомобиль должен соответствовать ритму жизни человека, поэтому требования к автомобилю возрастают, т.е. он должен иметь надежную систему зажигания, надежное рулевое управление и тормозную систему, удобное рулевое управление и тормозную систему, тихую коробку передач, плавное сцепление и хорошее динамическое ускорение.

Графическая часть дипломной работы состоит из 10 листов бумаги формата А1. Работа включает введение, раздел проектирования, экономический раздел, раздел безопасности, технический раздел и приложения, такие как чертежи и спецификации, и состоит из 98 страниц формата А4.

В разделе 1 рассматривается конструкция разрабатываемой установки, современные тенденции развития и классификация существующих типов конструкций.

В разделе 2 рассматриваются расчеты конструкции транспортного средства. В этом разделе рассматриваются динамические расчеты автомобиля, расчеты характеристик автомобиля и расчеты конструкции.

В третьей части работы рассматриваются вопросы безопасности проекта и экологической совместимости.

Четвертая часть работы - это техническая часть.

В пятой части рассматриваются экономические расчеты по удельным затратам на разработку. Этот метод позволяет рассчитать точку безубыточности проекта и экономическую эффективность проекта.

## **Annotation**

Stable handling, easy and economical maintenance, safe driving, long life and efficiency of all vehicle systems - this is how a car should be today.

The topic of this paper is "Electric Power Steering of the Lada Niva Touring Car". In connection with complexity and speed of the world, the modern automobile should correspond to a rhythm of a life of the person, therefore requirements to the automobile grow, i.e. it should have reliable ignition system, reliable steering and brake system, comfortable steering and brake system, silent gear box, smooth clutch and good dynamic acceleration.

The graphical part of the thesis consists of 10 A1 sheets. The manual includes an introduction, design section, economic section, safety section, technical section and appendices such as drawings and specifications, and consists of 98 A4 pages.

Section 1 discusses the design of the unit to be developed, current trends in development and the classification of existing design types.

Section 2 deals with the calculations of the vehicle design. This section deals with vehicle dynamics calculations, vehicle performance calculations and design calculations.

The third part of the diploma thesis deals with design safety and environmental friendliness.

The fourth part of the thesis is the technical part.

The fifth part is devoted to economic calculations of unit development costs. This method allows calculating the break-even point of the project and the economic efficiency of the project.

## Содержание

Введение .....	6
1. Состояние вопроса .....	7
1.1 Назначение рулевого управления .....	7
1.2 Требования к конструкции рулевого управления .....	8
1.3 Классификация конструкций рулевых механизмов .....	12
1.4 Тенденции и перспективы развития рулевого управления .....	15
1.5 Выбор и описание предлагаемого варианта конструкции рулевого управления .....	22
2. Конструкторская часть.....	23
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля .....	23
2.2 Расчеты на прочность деталей проектируемого узла .....	36
3. Безопасность и экологичность объекта .....	47
4. Технологическая часть.....	59
5. Экономическая эффективность проекта.....	68
Заключение .....	83
Список используемых источников.....	84
Приложения А Графики тягового расчета.....	91

## Введение

Для ускорения совершенствования производства необходимо понизить сложность оснащения и сократить расход масла и топлива. Все это необходимо для поэтапного формирования научно-технических подсистем автомобиля и это главнейшая первопричина. Это не только улучшает и повышает безопасность и надежность транспортного средства, но и снижает токсичность выхлопных газов, снижает шумность транспортного средства и снижает материальные затраты на производство транспортного средства. Чтобы весь промышленный мир существовал и жил, автомобильные перевозки — очень важная и очень эффективная работа. Автомобильная промышленность является важным растущим сектором мировой экономики. Вся мировая промышленность развивается очень быстро, и появление новых технологий, разработок, инноваций и технологических решений является необходимым.

Все компоненты автомобилей требуют передовых технологий и технологических решений. Использование современных высокопрочных сталей, легированных сталей, углеродного волокна, алюминия и многих других конструкционных материалов в сочетании с новыми технологиями позволяет снизить вес автомобиля и повысить эффективность использования топлива. Кроме того, необходимо было улучшить аэродинамику двигателя и его массу, что привело к снижению расхода топлива. Также можно перевести любой автомобиль на метан и дизель и получить более современный двигатель.

Для оптимального функционирования автомобиля необходимы электронные технологии, и наш обширный опыт их применения в конструкции автомобилей делает это возможным. Высокое качество проектов может быть достигнуто за счет пространственного моделирования всех элементов. Это уменьшит трудоемкость проектных работ для инженеров-машинистов в долгосрочной перспективе.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Назначение рулевого управления

Рулевое управление - это важнейший компонент легкового автомобиля, позволяющий водителю контролировать направление движения транспортного средства. Она отвечает за поворот колес и позволяет автомобилю маневрировать в различных направлениях. В этом разделе я расскажу вам о назначении системы рулевого управления, ее эволюции с течением времени и ключевых компонентах.

Основная задача системы рулевого управления - облегчить водителю контроль над направлением движения автомобиля, обеспечивая безопасное и эффективное передвижение по дороге. Поворачивая рулевое колесо, водитель может дать команду колесам повернуть влево или вправо, что позволяет автомобилю менять полосу движения, проходить повороты и совершать развороты. Система рулевого управления играет важнейшую роль в поддержании стабильности, отзывчивости и общей управляемости автомобиля. Эволюцию системы рулевого управления можно проследить на заре автомобильной промышленности. В начале 20-го века большинство автомобилей оснащались системой, называемой "червячно-секторным" рулевым управлением. В этом механизме использовалась червячная передача на рулевой колонке, которая взаимодействовала с зубчатой секторной передачей, связанной с передними колесами. Несмотря на свою эффективность, эта система требовала нескольких поворотов рулевого колеса от края до края для достижения полного движения. Со временем, по мере развития автомобильных технологий, появились новые системы рулевого управления. Одним из значительных достижений стало появление в 1970-х годах реечного рулевого управления. В этой конструкции червячная передача была заменена реечным механизмом, что обеспечило более прямое и отзывчивое рулевое управление. Реечное рулевое управление быстро стало промышленным стандартом и сегодня широко используется в современных легковых автомобилях.[1]-[3]

## 1.2 Требования к конструкции рулевого управления

Система рулевого управления состоит из нескольких ключевых компонентов, работающих вместе для обеспечения надлежащего функционирования. К основным компонентам относятся рулевое колесо, рулевая колонка, рулевой механизм и тяги. Давайте подробнее рассмотрим каждый из этих компонентов:

**Рулевое колесо:** Это интерфейс между водителем и системой рулевого управления. Поворачивая рулевое колесо, водитель может инициировать процесс управления и контролировать направление движения автомобиля.

**Рулевая колонка:** Рулевая колонка соединяет рулевое колесо с рулевым механизмом. В ней расположены различные компоненты, такие как рулевой вал, промежуточный вал и карданные шарниры, которые обеспечивают передачу вращательного движения от рулевого колеса к рулевому механизму.

**Рулевой редуктор:** Рулевой механизм преобразует вращательное движение рулевого колеса в линейное движение, которое может поворачивать колеса. В реечных системах рулевой механизм состоит из рейки (зубчатой рейки), которая входит в зацепление с шестерней.

**Тяги:** Это соединительные звенья между рулевым механизмом и поворотные кулаки. Тяги передают линейное движение, создаваемое рулевым механизмом, на колеса, заставляя их поворачиваться.[4]-[8]

В дополнение к этим основным компонентам современные системы рулевого управления часто включают в себя механизмы гидроусилителя руля. Усилитель рулевого управления помогает водителю, снижая усилие, необходимое для поворота рулевого колеса. Существует два распространенных типа систем рулевого управления с усилителем: гидравлический усилитель руля (HPS) и электрический усилитель руля (EPS). HPS использует гидравлическое давление, создаваемое насосом, для помощи в управлении, в то время как EPS использует электродвигатель

Технические характеристики рулевой колонки с усилителем.

1. Рулевая колонка автомобиля должна быть установлена и

оборудована в соответствии с Директивой ЕЭК ООН 91662 R12-03, в зависимости от характеристик автомобиля.

2. Прочность рулевой колонки должна обеспечивать невозможность двукратного приложения крутящего момента более 200 Нм к верхнему валу с использованием фиксированной промежуточной шестерни без повреждения рулевой колонки и сохранения ее работоспособности и устойчивости.

3. Электроусилитель должен обеспечивать питание обода рулевого колеса при стационарной стоянке на ровной площадке с сухим асфальтом при температуре окружающего воздуха от 20°C до 25°C и усилие не более 50..60 Н.

4. Электродвигатели должны быть сконструированы таким образом, чтобы сила, действующая на обод колеса при скорости вращения колеса более 600°/с, составляла не более 60-70 Н.

5. в случае отказа усилителя должна быть предусмотрена безопасность и управление ездой в соответствии с ГОСТ 21398-75 или

6. конструкция усилителя рулевого управления должна быть адекватна усилиям, действующим на обод рулевого колеса при увеличении скорости транспортного средства[9]-[13]

7. конструкция электроусилителя должна обеспечивать работу автомобиля при температуре окружающей среды -40°C, относительной влажности -20°C и температуре 90°C.

8. Конструкция и материалы элементов рулевого управления должны обеспечивать срок службы не менее 140 000 км.

9. Усилить рукоятку блока муфты руля при регулировке положения по углу наклона не должен превышать 25-Н.

В дополнение к этим требованиям специалисты ВАЗ составили список рекомендаций по электрорулю.

Ниже приведен список.

1. Электромеханический усилитель руля. Кроме того, должен обеспечивать плавное и беспрепятственное управление колесами в

зависимости от угла поворота и скорости автомобиля. [14]-[17]

2. Активный возврат руля в центральное положение должен быть плавным, без рывков, только во время движения автомобиля. Не допускается активное перемещение руля в центральное положение, где стоит автомобиль.

3. Должна быть реализована активная система управления для гашения вибраций и ударов из-за взаимодействия колес автомобиля с дорогой.

4. Электропоезд должен работать следующим образом: Стоять с работающим двигателем. 3-5 минут при выключенном двигателе и включенном зажигании.

5. Должен продолжать работать после выхода из строя при 60°C.

6. Во время работы в салоне не должно быть видимого шума или вибрации. Уровень шума CRS во время работы не должен превышать 35 дБ на расстоянии 300 мм.

7. ЭМУ будет готов к работе через 0,2..0,5 секунды после запуска генератора при соблюдении всех допустимых технических требований к внешним климатическим факторам окружающей среды.

8. Электропоезда должны быть отнесены к беспилотным изделиям общего назначения по типу 1 ГОСТ 2727.00390.

9. 96% наработка на отказ должна быть менее 8500 часов и менее 200000 км.

10. КРЛ должен обеспечивать надежную работу без изменения характеристик в течение 10 разворотов с места на место при остановленном автомобиле и 10 парковочных мест.

Поворот руля и характеристики компенсации, необходимые для усилителя руля" Специалисты ВАЗа рекомендуют полагаться на компенсатор рулевого момента, зависящий от скорости автомобиля. См. рисунок 1." Данная зависимость была создана путем анализа рекомендаций по применению гидроусилителя руля на автомобилях Lada Niva класса Travel. Рассмотрим эти цифры:

1. в первом примере закон компенсации для заданного диапазона значений крутящего момента рулевого колеса может быть описан шестью правильными полиномами.

$$M_{\text{комп}} = B_1 \times M_{\text{кр}} + B_2 \times (M_{\text{кр}})^2 + B_3 \times (M_{\text{кр}})^3 + B_4 \times (M_{\text{кр}})^4 + B_5 \times (M_{\text{кр}})^5 + B_6 \times (M_{\text{кр}})^6$$

2.  $M_{\text{комп}}$  нужно форсировать не менее чем до 65 Нм/Нм на  $M_{\text{рк}} 7, 2..7, 6,6$  Нм.

3. Содействовать переходу от Компенсационного закона №1 к Компенсационному закону №2. При этом необходимо соблюдать закономерность изменения компенсационного момента согласно рекомендациям Немецкой автомобильной ассоциации. На рисунках 1 и 2 показано рекомендуемое соотношение между скоростью рулевого управления и возвратом крутящего момента для скорости автомобиля и угла поворота рулевого колеса.[18]-[23]

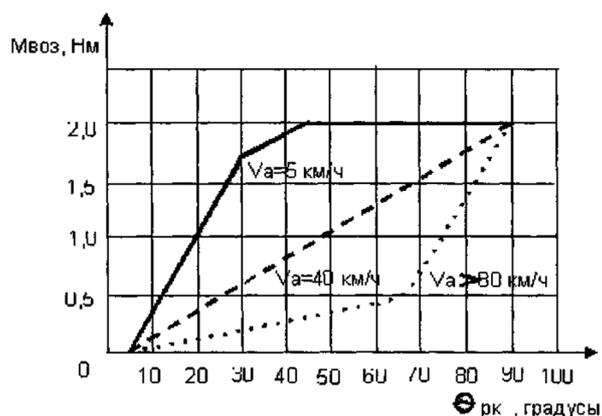


Рисунок 1 - Зависимость момента возврата от углов поворотов руля

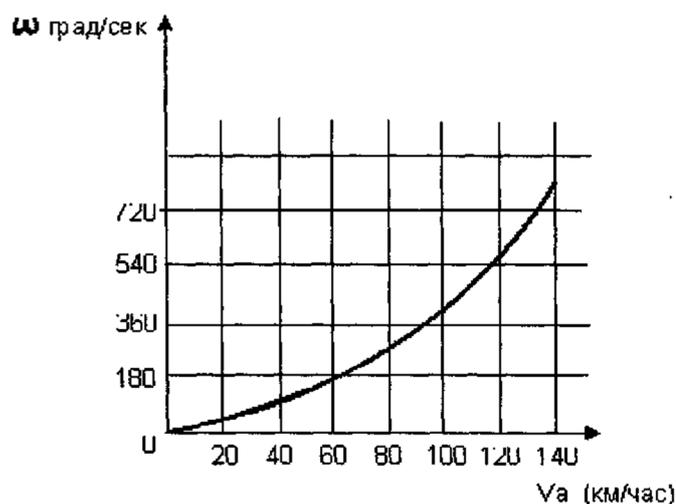


Рисунок 2 - Зависимость скорости вращения руля от скорости автомобиля

### 1.3 Классификация рулевых механизмов

Конструктивно усилители можно разделить на следующие группы: 2 гидроусилителя. 3 электроусилителя руля. 4 комбинированный гидроусилитель руля.

Давайте рассмотрим каждый из них подробно.

«Пневматический усилитель руля – это силовой цилиндр, корпус распределителя, компрессор и коробка передач. При повороте рукоятки распределитель набирает воздух из ресивера в силовой цилиндр, а когда в цилиндре достигается определенное давление, поршень поворачивает управляемое им колесо. Компрессор обычно поршневого типа, который поддерживает желаемое давление в сапунах и обычно приводится в действие коленчатым валом двигателя.»[4] Преимущества рулевого управления с пневматическим усилителем: 1. Относительно простая конструкция. 2. Недорогая конструкция. 3. Пневматические транспортные средства используют стандартные пневматические инструменты. 3.

Недостатки гидравлических систем рулевого управления: 1 При давлении воздуха 0,6-0,8 МПа время работы увеличивается на 0,3-0,45 секунды; 2 Габариты и вес оборудования большие; 3 Техническое обслуживание требует много времени; 4 Шум при работе высокий; 5 Расход топлива при работе высокий; 6 Система рулевого управления не предназначена для использования с пневматическими системами рулевого управления. Из-за этих недостатков пневматический усилитель руля не используется в легковых автомобилях.[24]-[27]

Гидроусилитель руля состоит из рулевого цилиндра, распределительного насоса и устройства гидроусилителя руля. Основные характеристики этого устройства указаны в ОСТ 37.001.083-76 Привод насоса осуществляется непосредственно от тягового электродвигателя автомобиля.

Усилитель руля классифицируется следующим образом:

Это зависит от макета.

Обратная связь посредством контролируемого кольцевого или шагового

движения в соответствии с методом кинематического отслеживания. дозирование количества жидкости, подаваемой в гидроцилиндр. Ступенчатые гидроприводы.

По способу соединения между гидроцилиндром и распределителем: прямого действия, дифференциального действия.

По количеству независимых контуров: одноконтурный. многоконтурный.

В гидроусилителях руля используются различные типы переключателей. Их можно разделить на следующие категории: Нейтральный перекрывающий газ: Нейтральный перекрывающий газ: Механизм потока является наиболее распространенным. Некоторые до сих пор стоят на месте. [28]-[30]

По направлению к относительному потоку жидкости, приводной наконечник дроссельной заслонки: золотниковый клапан, в котором наконечник дроссельной заслонки перемещается в направлении потока жидкости, клапанный коллектор, в котором наконечник дроссельной заслонки перемещается вместе с потоком жидкости.

По типу привода мотовила: Осевой распределитель с входным приводом мотовила. Роторный дозатор с вращательным движением. Это конструкция втулки и реактора на основе катушки. гидравлические реакционные камеры, толкатели или поршни.

В соответствии с конструкцией движения золотника или втулки, как правило, используется механическое движение от рулевого колеса. гидравлические моторы. электрические движения. с комбинированной передачей.

Для изготовления усилителей применяют цилиндры с одно- или двусторонними штоками. Использование одной стороны позволяет лучше компенсировать асимметрию нагрузки при движении влево и вправо и является более компактным, простым и надежным. Насосы используются только для объема. Рабочее колесо, шестерни, цилиндр и поршень оснащены двигателем и коробкой передач. Преимущества гидрофоров этого типа: конструкция с достаточной надежностью, быстрая работа: время работы 0,02-

0,05 секунды. Плюсы: Дорого. Низкие обороты двигателя не обеспечивают достаточной мощности из-за медленного «тяжелого рулевого» стояночного механизма. По сравнению с автомобилем без ГУР постоянный контакт с двигателем увеличивает расход топлива на 6-8%. Масса и вес гидроусилителя автомобиля составляет около 13,14 кг. Это означает, что уровень должен быть проверен, а также существует вероятность утечек.[31]-[32]

Этот тип усилителя управления является наиболее распространенным на сегодняшний день. На автомобиль стали устанавливать электроруль. Конструктивно они представляют собой электродвигатели, редукторы, блоки управления и датчики. Электрические усилители управления классифицируются в зависимости от компоновки. Существует множество типов. Интегрированный усилитель руля, где в состав рулевого механизма входят блок управления, электродвигатель, редуктор и рулевые приводы. Независимый усилитель руля, где электродвигатель и блок управления отделены от системы рулевого управления. Раздельный усилитель руля, где блок управления и усилитель руля с коробкой передач и электродвигателем отделены от системы рулевого управления. Расположение амортизатора: на ведущем колесе. на колесе. За рулем - с редуктором или штурвалом. По контролируемым параметрам блока управления: управляется только усилием руля. Управление усилием руля, скорость автомобиля. «Управляйте своим стилем рулевого управления, скоростью автомобиля и положением рулевого колеса. Тип электродвигателя: постоянного тока; переменный ток. Соединение заслонки и электродвигателя ротора: с расцепляющей муфтой.»[4] Ротор - приводной механизм червячной передачи, приводной механизм Тип глушителя: червячный; Планеты. шариковая гайка для крепления коробки передач к коробке передач.

Электрогидравлический усилитель руля является наиболее популярным типом композитного усилителя руля. Конструктивно он отличается от гидропривода тем, что электродвигатель приводится в действие как насос, а частота вращения ротора регулируется крутящим моментом рулевого колеса, чем больше крутящий момент, тем больше скорость и движение автомобиля,

тем больше скорость. тем медленнее скорость. Бустер имеет следующие преимущества: «Эффективная работа при низких оборотах двигателя, снижение расхода топлива на 1,5-2% по сравнению с гидравликой по сравнению с автомобилем без бустера. В то же время электрогидравлический усилитель имеет следующие недостатки: цена на 25-30% выше гидроусилителя, масса и габариты больше,»[4] чем у гидроусилителя, не исключена возможность потери рабочих органов. Это автомобильный гидроусилитель. Однако в последние годы легковые автомобили все чаще оснащаются электромеханическими усилителями руля.

Основные преимущества этого усилителя: Низкая цена. Например, габариты и вес электроусилителя от FIAT Punto – 10,3 кг, средний вес производства ZF около 7 кг. Дополнительный расход топлива снижается на 0,5-1,0% по сравнению с ситуацией без усилителя.

Сопутствующим недостатком является сложность блока управления, определяющего зависимость выходного сигнала компенсации крутящего момента от выходных параметров усилителя рулевого управления. Электроусилитель руля будет устанавливаться на Lada Niva Travel. Он является наиболее перспективным и позволяет изменять компенсирующий момент в зависимости от различных факторов.

#### **1.4 Тенденции и перспективы развития рулевого управления**

Самые популярные модели электродвигателей

Работы по разработке электросистемы рулевого управления ведут различные компании, такие как:

1. Компания Делфи.

Этот усилитель был анонсирован компанией осенью 1999 года и периодически упоминается.

Блок управления содержит отдельный редуктор и электродвигатель на верхнем рулевом валу. График изменения крутящего момента смещения от момента сцепления показан на рис. 6.

Усилитель предназначен для автомобилей средних размеров с сухой массой примерно 1500-1800 кг и максимальной скоростью вращения шестерни 51 Нм с реечной системой рулевого управления. Усилие на руле ограничено 6 Нм. Это говорит о том, что усилитель рассчитан на комфорт пассажиров – полноприводных или спортивных автомобилей.

3) ZF - компания, занимающаяся системами рулевого управления. Уровень выходного сигнала новейших усилителей, предлагаемых этой компанией, составляет макс.

Модифицированный крутящий момент составляет 50 нм. Усилитель включает в себя червячный двигатель 17:1, двигатель с червячным ротором переменного тока, мгновенное рулевое управление и датчик положения руля. Особенностью усилителя является очень компактный блок управления, встроенный в усилитель. Длина двигателя составляет всего 171 мм от продольной оси коробки передач и 210,5 мм с учетом блока управления. Компенсационные характеристики этого усилителя показаны на рисунке 8.

4) Koouo - Французское подразделение японской компании Koouo разработало широчайший ассортимент электрических систем рулевого управления для сухопутных транспортных средств массой от 700 до 1800 кг. Представлены три основных дизайна. Червяк соединен с ротором электродвигателя через расцепляющее устройство. Отдельный блок управления. Предназначен для легковых автомобилей. В частности, такой усилитель бесплатно устанавливается на Renault Twingo. [32]

Недостатками данного типа конструкции являются наличие звеньев и большие габаритные размеры машины из-за включения и использования модифицированных конструкций. В последней версии нет устройства отключения. б) Реечный редуктор с передаточным отношением планетарной передачи 1:5 и соединенный с передаточным отношением червячной передачи 1:2,6. Дополнительный крутящий момент передается от ротора электродвигателя к шестерням через развязывающее устройство. Он был разработан для среднеразмерных автомобилей и постоянно используется на полноприводном автомобиле Rav4 компании Toyota. (с) Бустер,

установленный на Honda NSX. Гидроусилитель руля представляет собой редуктор с гайкой, который сидит на реечном механизме и имеет шарик, передающий передачи.

Мощность коррекции зависит от скоростного усилия и скорости транспортного средства. Двигатели могут быть установлены в диапазонах мощности 25-35, 45-55 и 65 А для двигателей типов а и б от 167-425 Вт. Температурный диапазон работы электропривода составляет 30-80 °С. [29]-[32]

#### 5) Группа HSC.

Усилитель расположен над рулевым валом. Червяк смонтирован вместе с электродвигателем и приборами, блок управления расположен отдельно. Коррекция осуществляется в зависимости от крутящего момента, приложенного к рулевому управлению, и скорости автомобиля. Этот гидроусилитель руля устанавливается на автомобили марки MGF Rover. По данным компании, она весит на 5 кг меньше, чем гидравлические насосы с аналогичными характеристиками. Описание гидроусилителя приведено в журнале.

(6) Электроусилитель TRW размещен в рулевом механизме, вспомогательная мощность обеспечивается электродвигателем, а ротор соединен с коробкой передач как шарико-винтовая пара. Блок управления также расположен на трубе рулевой рейки. Эта система описана в журнале технической информации TRW Booster Spring 1997 г. [32]

#### 4) АО "Авиаагрегат" в Махачкале.

Электроусилитель, поставляемый АО "Авиаагрегат", рисунок 3, представляет собой систему червячной передачи с передаточным числом 1:24, причем червячная шестерня 8 является также ротором электродвигателя 7. Датчик крутящего момента рулевого колеса представляет собой вихретоковый датчик крутящего момента, установленный на рулевом колесе 5. Этот датчик контролирует угол поворота торсиона 2, оба конца которого соединены с входом 1 и входом 11 вала нагнетателя. Кольцо 4 неразрывно связано с валом привода нагнетателя и кольцом 6, при этом датчики 4 и 6 вращаются

относительно друг друга. Торсион 60S2A-5-2 изготовлен из стали ГОСТ 1495979. Электроусилитель руля изменяет компенсирующий момент в зависимости от следующих факторов: 1 - величина крутящего момента на рулевом валу рулевого колеса. Чем больше крутящий момент, прикладываемый водителем к рулевому колесу, тем больше компенсирующий момент передается на выходной вал системы рулевого управления с электроусилителем.

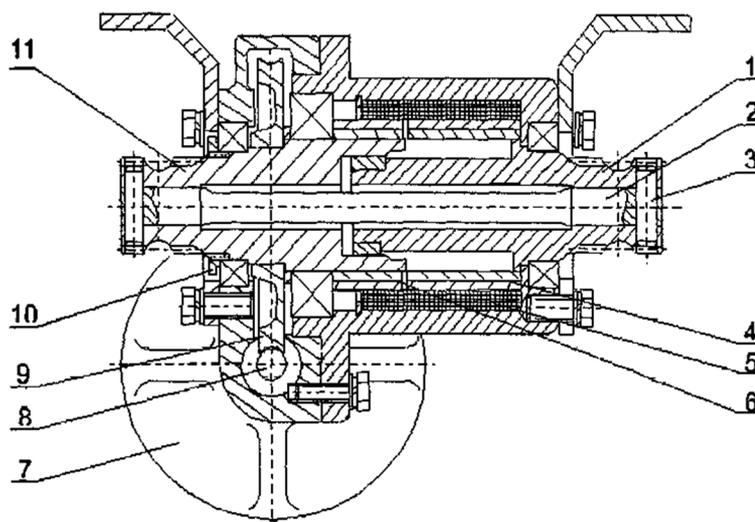


Рисунок 3 - Разрез электродвигателя АО «Авиаагрегат»

«2- по скорости автомобиля. Чем быстрее машина, тем меньше компенсирующий момент. Это необходимо для повышения активной безопасности автомобиля.»[4] При движении на высокой скорости случайные движения рук могут снизить крутящий момент на рулевом колесе и вызвать большие смещения автомобиля. С меньшими компенсационными усилиями выбросы автомобиля уменьшаются в одно мгновение. Усилитель руля отключается на скорости примерно 90 км/ч. [32]

Преимущества данного усилителя: компактность устройства. Прогрессивная конструкция электродвигателя - отсутствие развязки, высокая надежность и стабильность при высоких скоростях, повышенная подвижность благодаря возможности быстрой адаптации конструкции. В настоящее время авиаагрегат работает над сборкой менее мощных,

усиленных менее мощных электродвигателей. Недостатки: регулируемые электродвигатели имеют более длительное время работы, чем фиксированные, время работы составляет около 0,03 секунды. Высокая мощность передачи редуктора увеличивает инерционное воздействие на работу рулевого колеса при прекращении усилия на рулевом колесе.

В последние годы автомобильные технологии продолжают развиваться, что приводит к появлению новых инноваций в области рулевого управления. Например, некоторые автомобили высокого класса теперь оснащены такими передовыми системами, как адаптивное рулевое управление, которое динамически регулирует передаточное отношение рулевого управления в зависимости от условий движения. Эта технология повышает устойчивость на высоких скоростях и улучшает маневренность на низких скоростях.

В последние годы в области систем рулевого управления появилось несколько заметных тенденций и достижений. Эти разработки направлены на повышение безопасности, улучшение опыта вождения и обеспечение более эффективного и точного управления транспортными средствами. Давайте рассмотрим некоторые из последних тенденций в области технологий рулевого управления:

**Электроусилитель руля (EPS):** В последние годы EPS приобрел значительную популярность. В отличие от гидравлического усилителя руля, EPS использует электродвигатель для обеспечения помощи при рулении. EPS обладает рядом преимуществ, включая более высокую топливную эффективность, упрощенную конструкцию и возможность интеграции с передовыми системами помощи водителю (ADAS). Регулируя уровень помощи в зависимости от условий движения, EPS может повысить устойчивость и отзывчивость автомобиля.

**Системы Steer-by-Wire:** Технология Steer-by-wire устраняет механическую связь между рулевым колесом и колесами, заменяя ее электронными системами управления. В этих системах датчики на рулевом колесе определяют действия водителя и посылают сигналы на электронный

блок управления (ЭБУ). ЭБУ, в свою очередь, посылает команды на исполнительные механизмы, которые управляют углом поворота руля. Системы рулевого управления по проводам обеспечивают гибкость в настройке ощущения руля, расширенные возможности помощи водителю и потенциал для автономного вождения.

Интегрированное управление динамикой автомобиля: Системы рулевого управления все чаще интегрируются с другими системами управления динамикой автомобиля для улучшения общих характеристик и безопасности. Благодаря координации действий рулевого управления, тормозной системы, подвески и силового агрегата интегрированные системы управления динамикой автомобиля могут повысить устойчивость, тягу и маневренность. Эти системы могут регулировать управляющие воздействия для компенсации избыточной или недостаточной поворачиваемости, что приводит к улучшению управляемости и контроля.

Активные системы рулевого управления: Активные системы рулевого управления предназначены для изменения передаточного отношения и реакции рулевого управления в зависимости от условий движения. Эти системы могут обеспечивать различные характеристики рулевого управления, такие как спортивный, комфортный или экологический режимы, позволяя водителям настраивать свои ощущения от вождения. Активные системы рулевого управления также могут адаптироваться к дорожным условиям, скорости и другим факторам для оптимизации динамики автомобиля и повышения безопасности.

Steer Assist и автономное рулевое управление: Развитие передовых систем помощи водителю (ADAS) открыло путь для технологий помощи при рулении и автономного управления. Эти системы используют датчики, камеры и радары для обнаружения окружающей обстановки и помощи в управлении автомобилем. Система помощи при рулении может обеспечивать корректирующие воздействия на рулевое управление, чтобы автомобиль оставался в своей полосе движения или помогал менять полосу. Автономное рулевое управление делает еще один шаг вперед, позволяя

автомобилю самому управлять собой в определенных условиях, например, при движении по шоссе или на парковке.

Тактильная обратная связь и ощущение руля: Для улучшения связи и обратной связи водителя с дорогой в системах рулевого управления используются технологии тактильной обратной связи. Эти системы могут передавать водителю информацию с помощью едва уловимых вибраций, сопротивления или других тактильных ощущений. Улучшая ощущение рулевого управления, системы тактильной обратной связи повышают уверенность водителя, особенно в таких ситуациях, как предупреждение о сходе с полосы движения или столкновении.

Инновации в области легкого веса и материалов: Автопроизводители постоянно ищут способы снижения веса автомобилей для повышения топливной экономичности и улучшения эксплуатационных характеристик. Системы рулевого управления не являются исключением, при этом предпринимаются усилия по использованию легких материалов, таких как алюминий, магниевые сплавы или композитные материалы из углеродного волокна. Эти материалы помогают снизить вес компонентов рулевого управления без ущерба для прочности и безопасности.

Эти тенденции свидетельствуют о постоянном стремлении автомобильной промышленности сделать системы рулевого управления более совершенными, эффективными и адаптируемыми к изменяющимся условиям движения. Благодаря электронному управлению, интегрированной динамике автомобиля и усовершенствованным функциям помощи водителю, системы рулевого управления развиваются, обеспечивая более безопасное и приятное вождение и прокладывая путь для будущих возможностей автономного вождения.

В заключение следует отметить, что система рулевого управления легкового автомобиля - это фундаментальный компонент, позволяющий водителю контролировать направление движения транспортного средства. Она эволюционировала с течением времени, переходя от червячного и секторного рулевого управления к реечным системам. Рулевое колесо,

рулевая колонка, рулевой механизм и тяги - это ключевые компоненты, которые работают вместе, чтобы облегчить процесс управления. С интеграцией гидроусилителя руля и таких достижений, как адаптивное рулевое управление, современные системы рулевого управления стали более безопасными.

### **1.5 Выбор и описание предлагаемого варианта конструкции рулевого управления**

В автомобиле Lada Niva Travel используется гидроусилитель руля, рекомендованный компанией "Авиаагрегат Махачкала". Такой усилитель руля снижает максимальную нагрузку на рулевое колесо при поворотах на месте. Значительное увеличение стоимости автомобиля было компенсировано улучшением комфортабельности вождения, снижением утомляемости водителя, уменьшением вероятности дорожно-транспортных происшествий и повышением престижа ВАЗа на национальном и особенно международном рынках. Автомобили, оснащенные электроусилителем руля, имеют меньшую стоимость по сравнению с автомобилями, оснащенными усилителем руля. Это связано с тем, что электроусилитель руля дешевле, чем гидроусилитель, а также с тем, что на их производство тратится меньше ресурсов. И ещё это связано с тем, что электрический усилитель руля не требует обслуживания и не ломается. В этом случае, когда нужно отремонтировать усилитель руля или заменить его, стоит учитывать, что электроусилитель руля является более сложным устройством, чем обычный усилитель. При этом электроусилитель руля позволяет водителю более легко и точно контролировать управление автомобилем. Но электроусилители руля не лишены недостатков, которые необходимо учитывать при выборе автомобиля. На автомобиль устанавливается электронный блок управления электроусилителя руля (ЭБУ ЭУР). Блок управления ЭУР определяет тип электроусилителя, установленный на автомобиле (гидроусилитель или электроусилитель) и управляет им, в зависимости от условий движения.

## 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.....	$V_{max} = 140$ 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 трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь миделя, м <sup>2</sup> .....	$H = 2,00$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,016$
Количество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	49
ось задняя.....	51
Параметр плотности воздуха, кг/м <sup>3</sup> .....	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$ »[27]

#### Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) «Определение полного веса и его распределение по осям:»[27]

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

«где  $G_o$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_b$  - вес багажа;»[27]

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

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

$$G_b = G_{b1} \cdot 5 = m_{b1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490\text{Н}$$

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

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

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

б) «Подбор шин 205/75 R15.»[27]

$$r_K = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

«Где  $r_K$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – 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.»[27]

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

Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}} \quad (3)$$

«где  $U_K$  - передаточное число высшей передачи в коробке передач,

на которой обеспечивается максимальная скорость.

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,800.»[27]

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

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  $\psi_V$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.»[27]

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

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

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

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

«Где  $a, b, c$  – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем  $a, b, c = 1$ ),  $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$  (примем  $\lambda=1,05$ )»[27]

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

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

«Где  $C_1 = C_2 = 1$  - коэффициенты характеризующие тип двигателя.

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

Расчётные данные заносятся в таблицу 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
1650	173	26,6	154,1
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.»[27]

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

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  $\psi_{MAX}$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом величины преодолеваемого подъёма.»[27]

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

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

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

$$U_1 \leq \frac{G_{CC} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0} \quad (11)$$

«где  $G_{CC}$  - сцепной вес автомобиля ( $G_{CC} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544$  Н),  
 $m_1$  - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),  
 $\varphi$  - коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ).»[27]

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

«Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 2,400$ »[27].

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

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

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

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

$$U_5 = 0,800 .$$

Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

«Расчётные данные заносятся в таблицу 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
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

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

Расчётные данные заносятся в таблицу 3.»[27]

«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
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

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

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

Расчётные данные заносятся в таблицу 4.

Таблица 4 - Силы сопротивления движению»[27]

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	$\Sigma$ F 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
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

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

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

Расчётные данные заносятся в таблицу 5.

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах»[27]

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
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  $\delta_{BP}$  - коэффициент учета вращающихся масс,

$\Psi$  - коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[27]

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

« $i$  – величина преодолеваемого подъёма ( $i = 0$ ).»[27]

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

«где  $\delta_1$  - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

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

Расчётные данные в таблице 6.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

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

Расчётные данные в таблице 7.

Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах»[27]

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

Расчётные данные в таблице 8.

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля»[27]

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
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

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

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

где  $k$  – порядковый номер интервала»[27]

Расчётные данные в таблице 9.

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

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

«Где  $t_1$  – время разгона от скорости  $V_0$  до скорости  $V_1$ ,  
 $t_2$  – время разгона до скорости»[27]  $V_2$ .

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	Вр. t, с
0-5	187	0,9
0-10	561	2,8
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  $V_0$  »[27]

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

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

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

Расчётные данные в таблице 10.

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

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

### Мощностной баланс

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

Расчётные данные в таблице 11 и таблице 12.

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 ( $N_i = 0$ ).»[27]

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
4100	58,1
4450	60,9
4800	62,8
5150	63,7
5539	63,4

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению»[27]

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

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

## 2.2 Расчеты на прочность деталей проектируемого узла

«Ввиду того, что рулевой механизм червяк – ролик по геометрическим параметрам не претерпевает изменений, а расчет его выполняется с применением специальных пакетов программ на ЭВМ, расчет на прочность деталей механизма мы не приводим.

Контактное напряжение в зацеплении

$$\sigma_K = P_X / (F \cdot n) \quad (28)$$

где  $P_X$  – осевое усилие, воспринимаемое червяком;  
 $F$  – площадь контакта одного гребня ролика с червяком (см.рис. 4);  
 $n$  – число гребней ролика.

$$P_X = M_{P.K.} / (r_{\omega_0} \cdot \operatorname{tg} \beta) \quad (29)$$

где  $M_{P.K.}$  – максимальный реализуемый момент на рулевом колесе;

$r_{\omega_0}$  – начальный радиус червяка в горловом сечении;

$\beta$  – угол подъема винтовой линии червяка в том же сечении;

Геометрические параметры, взятые из конструкторской документации:

1. Радиус ролика  $r_1 = 18 \text{ мм}$
2. Радиус червяка  $r_2 = 22 \text{ мм}$
3. Межосевое расстояние  $A = 32 \text{ мм}$
4.  $r_{\omega_0} = 23 \text{ мм}$
5.  $\beta = 30^\circ$  »[2]

Полупериметр  $\Delta O_2BO_1$

$$p = \frac{r_1 + r_2 + A}{2} = \frac{18 + 22 + 32}{2} = 36 \text{ мм} \quad (30)$$

«по тригонометрической зависимости:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{p - r_1}; \quad \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \frac{R}{p - r_2}; \quad (31)$$

где  $R = \sqrt{\frac{(p - A)(p - r_1)(p - r_2)}{p}}$  - радиус вписанной окружности.

$$R = \sqrt{\frac{4 \cdot 14 \cdot 18}{36}} = 5,3; \quad (32)$$

$$\text{тогда } \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0,37796; \quad \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = 0,2944$$

$$\varphi_1 = 2 \cdot \alpha = 56,5^\circ = 0,98 \text{ рад} \quad \varphi_2 = 2 \cdot \gamma = 49,67^\circ = 0,866 \text{ рад}$$

Площадь контакта одного гребня ролика с червяком

$$F = 0,5 \cdot [(\varphi_1 - \operatorname{Sin} \varphi_1) \cdot r_1^2 + (\varphi_2 - \operatorname{Sin} \varphi_2) \cdot r_2^2] \quad (33)$$

подставляем значения»[2]

$$F = 0,5 \cdot [(0,98 - 0,835) \cdot 18^2 + (0,866 - 0,762) \cdot 22^2] = \\ = 0,5 \cdot (46,9 + 50,3) = 4,85 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

## Осевая сила

$$P_X = M_{P.K.} / (0.023 \cdot \operatorname{tg} \beta) \quad (34)$$

$$M_{P.K.} = P_{P.K.} \cdot R_{P.K.} \quad (35)$$

Максимальный момент и силу на рулевом колесе определяем из условия поворота колес автомобиля с полной нагрузкой на дороге с высоким коэффициентом сцепления колес с дорожным покрытием.

$$P_{P.K.} = \frac{M_C}{(R_{P.K.} \cdot U_{P.M.} \cdot \eta_{P.M.} \cdot \eta_{Пр.})} \leq 160 \div 200 H \quad - \quad \text{для легковых автомобилей.}$$

где  $M_C$  - полный момент сопротивления повороту колес.

$$M_C = M_\varphi + M_f \quad (36)$$

где  $M_\varphi$  - момент сопротивления, связанный с сопротивлением повороту шины и дорожной среды.

$M_f$  - момент сопротивления, связанный с качением колеса по сложной траектории.

$$M_\varphi = 0.375 \cdot G_K \cdot \varphi \cdot \sqrt{\frac{S_{Ш}}{\eta_{ШК}}} ; \quad (37)$$

где  $G_K$  - нагрузка на 1 колесо  $G_K = 4027 H$

$\varphi$  - коэффициент сцепления с дорогой  $\varphi = 0,7 \text{ К } 0,8$  » [2]

«  $S_{Ш}$  - площадь контакта отпечатка шины

$$S_{ш} = \frac{G_K}{q_{ш}} = \frac{4027}{0,18 \cdot 10^6} = 0,023 \text{ м}^2 \quad (38)$$

$\eta_{шк} = \text{КПД шкворня (поворотного узла)} \quad \eta_{шк} = 0,68 \text{ К } 0,72$

$$M_{\varphi} = 0,375 \cdot 4027 \cdot 0,75 \cdot \sqrt{\frac{0,023}{0,71}} = 212,1 \text{ Н}$$

$$M_f = G_K \cdot f \cdot \frac{[r_{ц} - r_{ст} \cdot (\alpha + \beta)]}{\eta_{шк}} \quad (39)$$

где  $G_K$  - вес на 1 колесо.

$f$  - коэффициент сопротивления качению  $f = 0,02 \dots 0,025$ .

$r_{ц}$  - длина цапфы колеса  $r_{ц} = 0,081 \text{ м}$ .

$r_{ст}$  - статический радиус шины  $r_{ст} = 0,24 \text{ м}$ .

$\alpha$  - угол наклона оси цапфы  $\alpha = 1^\circ = 0,017 \text{ рад}$ .

$\beta$  - угол наклона шкворня  $\beta = 2,5^\circ = 0,043 \text{ рад}$ .

$$M_f = 4027 \cdot 0,02 \cdot \frac{[0,081 - 0,24 \cdot (0,017 + 0,043)]}{0,71} =$$

$$= 4027 \cdot 0,02 \cdot 0,0666 = 7,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Полный момент сопротивления

$$M_C = M_{\varphi} + M_f = 212,3 + 7,8 \approx 220 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{тогда } P_{P.K.} = \frac{M_C}{(R_{P.K.} \cdot U_{P.M.} \cdot \eta_{P.M.} \cdot \eta_{Пр.})} \quad (40)$$

где  $R_{P.K.}$  - радиус рулевого колеса  $R_{P.K.} = 0,182 \text{ м}$ .

$U_{P.M.}$  - передаточное число рулевого механизма  $U_{P.M.} = 12,6$ .

$\eta_{P.M.}$  - КПД рулевого механизма  $\eta_{P.M.} = 0,74$ .

$\eta_{Пр.}$  - КПД привода рулевого механизма  $\eta_{Пр.} = 0,86$ . »[2]

«

$$P_{P.K.} = \frac{M_C}{(R_{P.K.} \cdot U_{P.M.} \cdot \eta_{P.M.} \cdot \eta_{Пр.})} = \frac{220}{(0,182 \cdot 12,6 \cdot 0,74 \cdot 0,86)} = 150,3 \text{ Н} < [160]$$

Максимальный момент на РК

$$M_{P.K.} = P_{P.K.} \cdot R_{P.K.} = 150,3 \cdot 0,182 = 2,7 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (41)$$

### 2.2.7 Осевая сила на червяке

$$P_x = \frac{2,7}{(0,023 \cdot \text{tg}\beta)} = 203,3 \text{ Н} \quad (42)$$

Искомое напряжения в зацеплении

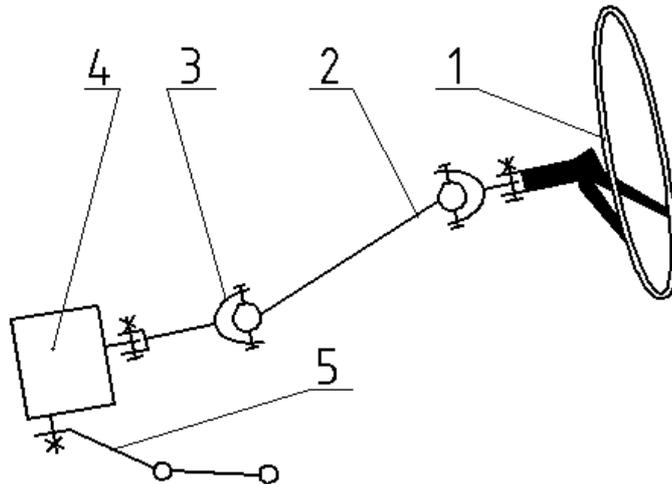
$$\sigma_k = \frac{P_x}{(F \cdot n)} = \frac{203,3}{(4,85 \cdot 10^{-5} \cdot 2)} = 20,95 \cdot 10^5 \text{ Па} = 2,095 \text{ МПа} < [\sigma]$$

Для материала червяка – Сталь АСЦ 30ХМ -  $[\sigma] = 5 \dots 7 \text{ Мпа}$

Для материала ролика – Сталь 20Х2Н4А -  $[\sigma] = 7 \dots 9 \text{ Мпа}$

Условия прочности червяка и ролика по контактным напряжения выполняются.

По полученному значению усилия на рулевом колесе проверяем прочность деталей привода рулевого управления. Последовательность и состав деталей представлен на рисунке 4.»[2]



«1 - рулевое колесо; 2- рулевой вал; 3 - карданный шарнир; 4 – рулевой механизм  
5 - сошка рулевого механизма»[2]

«Рисунок 4 - Конструктивная схема рулевого управления

## «Расчет рулевого вала»

Вал рассчитываем на прочность при кручении, а так же прочность шлицевых хвостовиков.

Момент сопротивления вала

$$W_{KP} = \frac{\pi(D^3 - d_{BH}^3)}{16} \quad (43)$$

где  $D$  - наружный диаметр трубы вала.

$d_{BH}$  - внутренний диаметр трубы вала.

$$W_{KP} = \frac{3,14(22^3 - 17^3)}{16} = 1126 \text{ мм}^3 = 1,13 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \quad (44)$$

Крутящий момент

$$M_{KP} = P_{P.K.} \cdot r_{P.K.} \quad (45)$$

где  $P_{P.K.} = 150 \text{ Н}$  – усилие на рулевом колесе.

$r_{P.K.} = 0,18 \text{ м}$  – радиус рулевого колеса.

$$M_{KP} = 150 \cdot 0,18 = 2,7 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (46)$$

$$\tau_{KP} = \frac{M_{KP}}{W_{KP}} = \frac{2,7}{1,13} \cdot 10^6 = 2,39 \cdot 10^6 \text{ Па} = 2,39 \text{ МПа} \quad (47)$$

Материал вала: Сталь 17Г2С  $[\sigma_\tau] = 210 \text{ МПа}$  »[2]

## «Расчет на прочность шлицевого соединения по напряжениям смятия

Напряжение смятия

$$\sigma_{CM} = \frac{M_{KP}}{\psi \cdot z \cdot l \cdot R_{CP} \cdot S} \quad (48)$$

где  $z$  - число зубьев (шлицев)

$l$  - рабочая длина шлицев

$R_{CP}$  - средний радиус приложения сил

$S$  - рабочая высота шлиц

$\psi$  - коэффициент неравномерности распределения усилий

$$\sigma_{CM} = \frac{2,7}{0,8 \cdot 21 \cdot 0,012 \cdot 0,008 \cdot 0,00079} = 2,119 \text{ МПа} < [\sigma_{CM}] = 0,5 \cdot \sigma_{\tau}$$

Расчет карданного шарнира на прочность

Расчет крестовины на изгиб у основания шипа крестовины ведем по формуле

$$\sigma_{ИЗ} = \frac{32 \cdot M_K \left( h_1 - \frac{L}{2} \right)}{(H - L) \cdot \pi \cdot D_1^3} \quad (49)$$

где  $M_K$  - максимальный крутящий момент, передаваемый крестовиной

$h_1$  - расстояние от торца шипа до расчетного сечения

$L$  - длина иглы подшипника шарнира

$H$  - расстояние между торцами крестовины

$D_1$  - диаметр шипа в расчетном сечении»[2]

$$\ll \sigma_{из} = \frac{32 \cdot 2,7(0,01 - 0,00315)}{(0,067 - 0,033) \cdot 3,14 \cdot 0,016^3} = 7,5 \cdot 10^7 \text{ Па} = 75 \text{ МПа} < [\sigma]$$

Для материала крестовины  $[\sigma] = 0,5 \cdot \sigma_r \approx 350 \text{ МПа}$

Прочность шлицевого соединения карданного шарнира по напряжениям среза

$$\sigma_{CP} = \frac{M_{KP}}{\psi \cdot R_{CP} \cdot Z \cdot l \cdot b} \quad (50)$$

где  $\psi$  - коэффициент неравномерности распределения сил между шлицами

$R_{CP}$  - средний радиус приложения сил

$Z$  - число шлицев

$l$  - длина шлицев

$b$  - высота шлица

$$\sigma_{CP} = \frac{2,7}{0,8 \cdot 17 \cdot 0,0012 \cdot 0,00675 \cdot 0,0019} = 1,09 \text{ МПа} < [\sigma_{CP}] \quad (51)$$

По напряжениям смятия

$$\sigma_{CM} = \frac{M_{KP}}{\psi \cdot R_{CP} \cdot Z \cdot S \cdot l} = \frac{2,7}{0,8 \cdot 0,00675 \cdot 17 \cdot 0,0012 \cdot 0,00079} = 31,9 \text{ МПа} < [\sigma_{CM}]$$

Вилка карданного шарнира подвергается совместному действию сил изгиба и кручения, возникающих от силы  $P_{P.K.}$  на рулевом колесе. »[2]

«Схема сил и расчетное сечение показаны на рисунке 5.

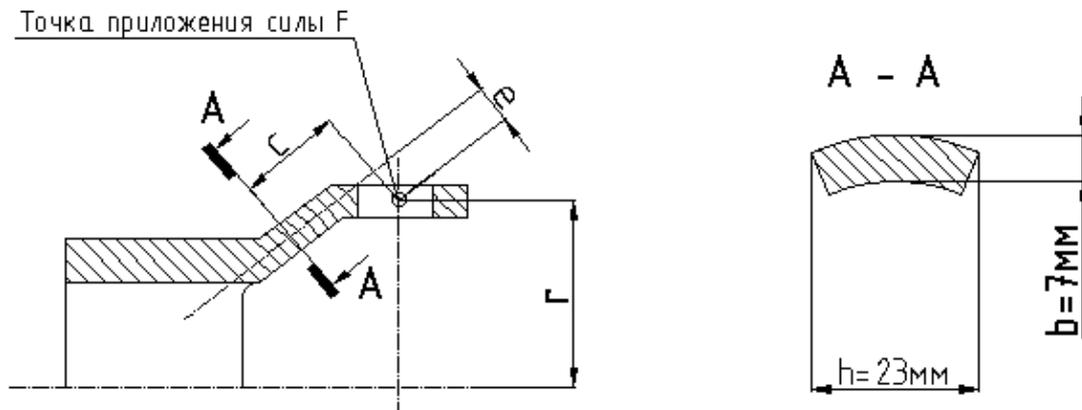


Рисунок 5 - Расчетная схема вилки карданного шарнира

$$F = \frac{M_{KP}}{r} = \frac{P_{P.K.} \cdot r_{P.K.}}{r} = \frac{2,7}{0,031} = 897 H \quad (52)$$

Напряжения изгиба

$$\sigma_{ИЗ} = \frac{F \cdot c}{W_{ИЗ}}, \quad \text{где} \quad W_{ИЗ} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{7 \cdot 23^2}{6} = 617,2 \text{ мм}^3 \quad (53)$$

$$\sigma_{ИЗ} = \frac{897 \cdot 0,022}{617 \cdot 10^{-7}} = 31,98 \cdot 10^6 \text{ Па} = 32 \text{ МПа} \quad (54)$$

Напряжения кручения

$$\sigma_{KP} = \frac{F \cdot e}{W_{KP}}, \quad \text{где} \quad W_{KP} = \alpha \cdot h \cdot b^2 = 0,27 \cdot 23 \cdot 7^2 = 304,3 \text{ мм}^3 \gg [2]$$

$$\ll \sigma_{KP} = \frac{897 \cdot 0,013}{3,043 \cdot 10^{-7}} = 38,32 \cdot 10^6 \text{ Па} = 38 \text{ МПа} \quad (55)$$

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma_{\text{ИЗ}}^2 + 4 \cdot \sigma_{KP}^2} = \sqrt{32^2 + 4 \cdot 38^2} = \sqrt{6800} = 82,4 \text{ МПа} < [\sigma]$$

$$\sigma_B = 350 \text{ МПа} ; \quad \sigma_\tau = 240 \text{ МПа} ; \quad [\sigma] = 0,5 \cdot \sigma_\tau = 120 \text{ МПа} ;$$

Расчет нагрузочной способности подшипников карданного шарнира

В нашем случае поверхностью качения игл подшипника является крестовина. Эта поверхность под действием сил на рулевом валу будет противодействовать смятию.

Максимальная статическая нагрузка на подшипник

$$Q_{CT}^{\max} = \frac{3 \cdot D \cdot L}{10^{-7}} \quad (56)$$

где  $D$  - диаметр тел качения.

$L$  - длина тел качения.

$$Q_{CT}^{\max} = \frac{3 \cdot 0,002 \cdot 0,0063}{10^{-7}} = 378 \text{ Н} \quad (57)$$

Максимальная нагрузка на подшипник

$$P_{\max} = \frac{M_{KP}}{D} \quad (58)$$

где  $D$  - диаметр подшипников, относительно центра крестовины

$$D = 2 \cdot r = 0,062 \text{ м} \gg [2]$$

$$\ll P_{\max} = \frac{2,7}{0,062} = 43,54H < Q_{CT}^{\max} \quad \text{Условие выполняется.}$$

Расчет нагрузочной способности подшипников вала сошки

Проверочный расчет игольчатых подшипников выбранных по каталогу для установки в рулевой механизм на вал сошки.

Максимальная статическая нагрузка на подшипник

$$Q_{CT}^{\max} = \frac{3 \cdot D \cdot L}{10^{-7}} \quad (59)$$

где  $D$  - диаметр тел качения.

$L$  - длина тел качения.

$$Q_{CT}^{\max} = \frac{3 \cdot 0,003 \cdot 0,022}{10^{-7}} = 1980H \quad (60)$$

Максимальная нагрузка на подшипник

$$P_{\max} = \frac{M_{KP}}{D} \quad (61)$$

где  $D$  - диаметр подшипников, относительно центра крестовины

$$D = 2 \cdot r = 0,062м$$

$$P_{\max} = \frac{2,7}{0,0165} = 163,64H < Q_{CT}^{\max} \quad \text{Условие выполняется.} \gg [2]$$

Вывод

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

### **3 Безопасность и экологичность объекта**

Человек – это часть природы, но он не может существовать без нее, поэтому ему приходится приспосабливаться к ней.

В связи с этим, человек должен знать основные принципы функционирования этих систем и уметь ими пользоваться, а также знать, как правильно действовать в случае возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного, природного или биолого-социального характера. Чрезвычайные ситуации техногенного характера, к таким относятся: аварии на производстве, пожары, взрывы, выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду и другие опасные процессы и явления. Человек может жить в природных условиях, а может и в городе.

От этого зависит, каким будет здоровье человека, его характер и поведение. И в том и в другом случае его организм подвергается воздействию множества факторов антропогенного воздействия.

К ним относятся: загрязнение атмосферы, воды и почвы; шум, вибрация, электромагнитные и ионизирующие излучения; электромагнитные поля радиочастот; химические вещества - пестициды, удобрения, промышленные выбросы; радиация, в том числе и изотопы.

Все эти факторы вызывают неблагоприятные изменения в организме человека. Именно здесь человек реализует свои способности и возможности.

В этих системах человек преобразует среду и сам преобразуется под влиянием этой среды. Человек не может существовать вне этих систем, но и в них он не является только физическим телом. Он не только существует, но и творит, преобразует, обладает разумом и волей.

Антропогенные системы — это системы, в которых человек активно преобразует окружающую его среду. От этого зависит, каким будет здоровье человека, его характер и поведение.

Нужны четкие инженерные решения задач, направленных на обеспечение безопасности людей при производстве, на транспорте, в быту,

при эксплуатации зданий и сооружений, а также при использовании различных видов техники. В настоящее время существует несколько направлений развития систем безопасности.

К числу приоритетных относится создание систем охранного телевидения, которые позволяют получать информацию о состоянии окружающей обстановки и своевременно реагировать на чрезвычайные ситуации. Телевизионные системы охраны являются наиболее перспективным средством обнаружения, оповещения и управления.

Это обусловлено рядом их преимуществ по сравнению с другими системами безопасности. К сожалению, в нашей стране в области безопасности труда и охраны окружающей среды ничего подобного нет.

В результате - огромное количество несчастных случаев на производстве, гибель людей. Это происходит в первую очередь из-за отсутствия у большинства руководителей и специалистов навыков и знаний по охране труда, а также отсутствия необходимой нормативно-технической документации.

Для решения этих проблем необходимы научно обоснованные методики оценки рисков и их контроль. В этих условиях особое значение приобретает разработка и внедрение в практику системы защиты от опасностей.

Термин “законодательство” в данном случае употребляется в широком смысле, он означает совокупность нормативных актов, регулирующих отношения в области безопасности. Законодательство по вопросам безопасности включает все эти вопросы.

В этой связи, при разработке новых конструкций и внедрении их в производство, необходимо уделять особое внимание вопросам безопасности при эксплуатации, хранении, транспортировании и утилизации.

Применение современных материалов и конструкций, разработка, изготовление и испытание новых приборов, устройств и оборудования, используемых в качестве средств защиты от поражения электрическим током, позволяют снизить уровень травматизма.

### 3.1 Описание производственного участка

Опасные и вредные факторы представлены в таблице 15.

Таблица 1 - Опасные и вредные факторы

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

Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников.

На начальной стадии поражение пыли в верхнем дыхании сопровождается жжением, при длительных вмешательствах появляется кашель, отхаркивается грязная мокрота. «Непроизвольное сокращение мышцы, что может остановить деятельность органов дыхания и сердца.

Увлажнение воздуха. Повышенная влажность в сочетании с понижением температуры происходит сильно процесс охлаждения человека, сочетающаяся с высокой – сильно нагревается человек.

Недостатка или отсутствия естественного света, освещения рабочей зоны, увеличение пульсации светового потока. Естественное световое освещение имеет высокий биологический и санитарный смысл и очень сильно сказывается на психологии человека, и, наконец, на производственной травматизации и трудовой производительности. Поэтому в летний период, благодаря огромному использованию естественных лучей, количество несчастных случаев значительно меньше, чем в осенне-зимний период. Для защиты от слепого действия прямых лучей солнца»[9] и отражения их блестящей поверхности световые проемы покрывают тонким слоем тонирующей краски или простое стекло заменяется матовым. Для использования только местного освещения не разрешается, так как резкий контраст яркого и плохого освещения вредит зрительному органу работников, снижает скорость работы, иногда приводит к несчастному случаю. Яды попадают в кишечник при попадании токсических веществ в слизистую ротовую полость. В воздухе рабочей зоны можно, чтобы было такое содержание такие следующие вещества: бензин 100 мкг на м<sup>3</sup>, керосин 300 мкг, бензол 15 мкг, тулуол 50 мкг, Клилол 50 мкг.

Изменения климата и климатических параметров. Определение температуры воздушной среды зависит от того, какое количество выделений тепла есть в рабочей зоне, «источниками которых могут быть нагретые металлы.»[9]

### 3.2 Мероприятия для обеспечения безопасного труда

Для обеспечения чистого воздуха нужна защита от смазочных жидкостей аэрозолей смазывающих и охлаждающих жидкостей, «необходимо предусматривать общеобменную систему вентиляции.

Требования к освещению. Естественное и искусственное освещение производственных помещений должно соответствовать 8 категориям зрительных работ СН, Р23-0595. Для локальной системы освещения необходимо использовать лампы светодиодные с несветящими отражателями, а защитный угол не менее 30°. Также должны быть предусмотрены меры, направленные на снижение отражённых плотностей света.»[9]

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

Для повышения производительности труда работников важную роль играют вентиляция и отопление рабочего помещения. Комплексная система вентиляции включает принудительную и естественную. Естественная воздушная вентиляция – процесс осуществляется через окна в крыше предприятия. Принудительная вентиляция осуществляется с помощью вентиляционной установки и систем кондиционирования воздуха. Система центральной системы отопления – это водяная система отопления, которая применяется для обогрева помещений.

Для защиты кожи от воздействия специальных смазывающих и охлаждающих жидкостей используются профилактические масочки, мази, кремы и усиленные маски, которые имеют в комплекте угольные сменные фильтры.

Оборудование, являющееся источником ядовитых и вредных веществ, оборудовано местным отсеком. СН и П21-0797.

Индивидуальная защита. Для защиты глаз от излучения используют металлическую ленту с ячеистой конструкцией 0,008 м на 0,008 м., в которых на уровне лица устанавливается натуральное стекло с толщиной 0,003 м, сгибающееся по лицевой стороне. Главное это безопасность работника в целом. Немаловажно, конечно, чтобы все было комфортно и надежно в использовании. И в настоящее время существуют установленные требования к безопасности труда.

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

В обеспечении безопасности огромное значение имеет прочность приборов и оборудования. Прочность конструкции определяется прежде всего прочностью основного материала, используемого для производства, и

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

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

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

Инструкция по безопасности для механика-слесаря сборочной работы

Основной требование к рабочему процессу

1. Важно полностью привести свою робу в порядок, закрепить рукава, и таким образом защитить руки. В общем, сделать все, чтобы ничего развивающегося не было, которое может зацепить оборудование. Одежда

рабочей униформы должна обязательно соответствовать стандартам индивидуального защитного средства.

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

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

4. «Проверьте фронт работы и составьте алгоритм действия, подготовьте необходимые инвентари и разместите все на месте,»[9] чтобы пользоваться удобно. Важно знать, что все инструменты и приборные панели должны быть тоже в полном состоянии, исправны, полностью работают, а также чистыми.

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

6. Всё пусковое оборудование должно быть нормально, а также ограждение или блок оборудования автоматике должны быть в наличии.

#### Требования к безопасной работе

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

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

В процессе эксплуатации оборудования можно самостоятельно опустить подъемные механизмы, транспортные устройства и механизмы поворотов, механизмы и т.д.

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

При переходе по линии транспорта использовать мост.

Обязательно выключите оборудование из их сетей

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

В случае прекращения работы на определенное время.

В случае перерыва в подаче электроэнергии.

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

Если у вас есть проблемы, которые нужно исправить.

При необходимости подтягивайте гайки и болты и другие элементы соединения.

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

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

Оставьте посторонние вещи в своем ящике, чтобы в руках не было ничего лишнего. Принципы пожарной безопасности в рабочем месте. В настоящее время пожарная безопасность является полноценным комплексом организационных и технических мер, направленных на предотвращение воздействия опасного стечения обстоятельств на работников при пожаре и минимизацию материального ущерба. Защита объектов промышленного назначения гарантируется, прежде всего, высококачественным отбором информативности пожарной безопасности и защищенности, группировкой пожарной опасности колонны на производстве, негорючей по пределу пожарной опасности. «Важно ограничение распространения огня в случае возникновения открытых очагов.»[9] Взрывные участки нужно оградить ограждениями и защитными устройствами. Для этого нужно использовать противодымные системы и разработать план оказания эвакуации людей с

объекта, а также настроить автоматическую систему тревоги и пожарной сигнализации. Оценка пожарной безопасности и противопожарной эффективности имеет огромное значение в процессе выполнения мер по пожарной безопасности и взрывной безопасности. В соответствии с строительными нормами и правилами, указанными в своде правил и норм, производственные помещения, а также здания, которые являются объектами взрывоопасных и аварийных случаях, делятся на категории А, В, V, G, D. Например, участок изготовления деталей узлов - участок Г, то есть в производстве используются вещества, не горящие в зависимости от его состояния, а также не взрывающиеся. Если при обработке выделяется лучевая теплота и искра, а при пожаре используется порошок огнетушителя ОП-10А.

Защита электробезопасности в производстве. По электробезопасности участок производства узла сборки относится к особо опасным, поскольку относительная температура достигает 70 градусов. Нужно, разумеется, качественно делать изоляцию токоведущих частей. Ну и нужны знаки охраны, защита и ограждение в обязательном порядке по требуемым стандартам.

#### Экологическая проверка объекта

Для защиты людей необходимо предпринять меры, соблюдать допустимые выбросы вредных веществ в атмосферу. Для защиты атмосферы на объекте используются специальные очистные установки в помещениях, где расположена малярная или заточная техника. Это оборудование и мероприятия как раз для этого служат и они обязательно должны применяться при необходимости:

1. Обеспечивающие механические приборы, в которых пыль возникает при действием тяжести, центробежных сил или просто на инерцию.

2. «Присадки на топливо, чтобы минимизировать вредные выбросы, сажа, углеводороды и т.д.»[9]

Кроме того, на работе создаются скважины для литья, производственной или бытовой воды, а также для воды при мойке автомобилей. Для хозяйственных и бытовых стоков их направляют в центральную систему

канализации, куда их утилизируют на выделенных территориях. Иные сорта и виды сточных вод очищаются на специальной технике. Прежде всего производится механическая чистка, т.е. отстой, в котором удаляются взвесь, дисперсные и коллоиды. В конце концов, все продукты собирают и уничтожают с поверхности водой. Для очищения ливнеходов и очистки авто используется специальное ЖБИ оборудование и специальные люди, включающие в себя это:

1. Песок.
2. Мусорщик.
3. Атрибут фильтрации – т.е. фильтры, сетки и т.д.
4. Компонент автоматического уничтожения углеводородных соединений.
5. Усадка.

Результаты применения вышеперечисленных строений подтверждаются при подборе проб, которые затем берутся специалистами из химлаборатории из них, и проведении лабораторного анализа. И потом полученные результаты сравниваются с допустимой нормой выбросов соответствующих инстанций. Если, та проба которую взяли на производствах превышает норму, то необходимо внести изменения в технологические процессы или просто усовершенствовать систему очищения.

#### Защита сотрудников при аварийной ситуации

Если происходит чрезвычайное происшествие, то прежде всего все оборудование отключается аварийным выключением, например:

1. Если посторонние предметы попадают в транспортную линию автоматической линии, то они попадают на позицию загрузки или выгрузки.
2. Если человек находится в опасном районе.
3. При пожаре электрооборудования.
4. В случае с коротким замыканием.
5. При неправильном ориентировании элемента в транспорте на рабочем месте.

6. При работе любого оборудования, который, в свой очередь, может привести к серьезным повреждениям. Если сотрудник получил травму, то необходимо незамедлительно получить первую помощь и сообщить начальству о случившемся. Сам пострадавший, разумеется, должен быть направлен в медучреждение. В случае возгорания или природного катаклизма необходимо обеспечить оперативную эвакуацию персонала. В соответствии с СНИП П-2-80 должны быть не менее двух пожарных выходов.

1. Должно быть лишь по одной двери, ведущей к выходу пожара, в зависимости от уровня и размеров и расположения помещения.

2. На площади не менее 110 кв. м допустима работа 5 человек, где производится сборка или изготовление соответствующих деталей категорий А, Б и Е.

3. Если объем площади достигает 300 кв. м, то работать должно не менее 25 человек с категорией В.

4. А 50 человек на территории площадью более 600 кв. м с производством категория Г и Д. Отметим, что выход эвакуаторного проёма из первого этажа устанавливается в помещении расположенной исключительно в первом помещении на первом этаже. Ширина проема лестницы должна быть не менее 70 см, а уклон - 1:1 и не более. Если на предприятии соблюдаются все установленные нормы и требования, то проблем даже в аварийных ситуациях не возникает. Это очень важно, поскольку это зависит для необходимой безопасности любого сотрудника компании или завода и эффективности процесса работы. При этом, если система охраны труда налажена, то она эта система позволяет минимизировать риск и потери компании в чрезвычайных, различных, любых аварийных ситуациях.

#### Вывод

В случае соблюдения принятых мероприятий этот участок можно считать безопасным и для человека, и для окружающих.

#### **4 Технологическая часть**

Технология производства - это наука, которая изучает процесс изготовления продукции с учетом свойств сырья, материалов и полуфабрикатов. В узком понимании это совокупность правил рационального выполнения операций и последовательности их выполнения при изготовлении продукции. Для ее изучения применяются различные методы: экспериментальный, аналитический, графический, математический.

Экспериментальный метод предусматривает проведение опытов, наблюдений в лаборатории или на производстве. Да, технология в широком смысле это инструмент для повышения эффективности и оптимизации процессов производства. Это может включать в себя способы использования определенного оборудования или материалов, разработку и улучшение процессов производства, а также управление людскими ресурсами и организацию рабочего процесса.

Технология играет важную роль в развитии экономики и производства, поскольку позволяет улучшать качество продукции, увеличивать производительность и эффективность, а также снижать расходы на производство.

Существует различные типы технологий, включая информационные технологии, биотехнологии, нанотехнологии, и т.д. Каждый тип технологии специфичен для своей области.

Одним из важных аспектов технологии является ее влияние на общество и экономику. Развитие технологии может принести значительные преимущества, такие как улучшение качества жизни, снижение уровня бедности и расширение возможностей для бизнеса. Однако это может также означать и более высокие затраты, связанные с использованием таких технологий. Однако, вместе с этим, технология также может принести и негативные последствия, такие как утрата рабочих мест, появление новых форм неравенства и проблемы с безопасностью информации.

Поэтому, важно осуществлять уместный контроль и управление развитием технологий, чтобы сохранять их положительные эффекты и минимизировать негативные последствия, в особенности очень важную роль технология играет в машиностроении, без нее было бы невозможно получить тот автопром, который мы можем наблюдать в настоящее время.

Машиностроение также играет решающую роль на различных производственных площадках, особенно в автомобильной промышленности. Она охватывает широкий спектр дисциплин и технологий, необходимых для проектирования, производства, тестирования и технического обслуживания автомобилей. Некоторые из ключевых областей, в которых машиностроение применяется в автомобильном производстве, включают:

**Проектирование:** Инженеры-механики используют программное обеспечение автоматизированного проектирования (САПР) для проектирования и моделирования различных деталей и систем автомобиля, таких как двигатели, коробки передач и системы подвески.

**Производство:** Процесс изготовления автомобиля включает в себя множество технологий машиностроения, включая металлообработку, литье и формовку. Достижения в таких областях, как аддитивное производство и робототехника, значительно повысили скорость и эффективность производственного процесса.

**Тестирование:** Инженеры-механики используют различные методы тестирования для оценки производительности и долговечности автомобильных компонентов и систем. Это включает в себя моделирование, виртуальное тестирование и физическое тестирование с использованием специализированного оборудования.

**Техническое обслуживание:** Инженеры-механики также участвуют в техническом обслуживании автомобилей, включая диагностику неполадок и ремонт или замену неисправных деталей.

Некоторые из современных инноваций в области машиностроения в автомобильной промышленности включают:

Электрические и гибридные транспортные средства: Растущий спрос на более экологически чистые транспортные средства привел к разработке электрических и гибридных транспортных средств, которые приводятся в действие электродвигателями и батареями. Инженеры-механики работают над повышением эффективности и эксплуатационных характеристик этих транспортных средств.

Автономные транспортные средства: Разработка автономных транспортных средств является одной из самых захватывающих инноваций в автомобильной промышленности. Инженеры-механики работают над проектированием и тестированием различных систем, которые позволяют автомобилям самостоятельно управлять автомобилем, таких как датчики, камеры и системы управления.

Передовые материалы: Использование передовых материалов, таких как композиты из углеродного волокна, становится все более распространенным в автомобильной промышленности. Эти материалы обеспечивают улучшенные эксплуатационные характеристики и топливную экономичность, и инженеры-механики изучают новые способы их использования при проектировании и производстве транспортных средств.

Прогнозное техническое обслуживание: Прогнозное техническое обслуживание - растущая тенденция в автомобильной промышленности, где инженеры-механики используют данные и аналитику для прогнозирования того, когда автомобиль, вероятно, нуждается в техническом обслуживании, что позволяет проводить упреждающий ремонт и сокращать время простоя.

Это лишь несколько примеров технологий и инноваций в области машиностроения в автомобильной промышленности. Область продолжает развиваться и продвигаться вперед, и всегда происходит что-то новое и захватывающее.

#### 4.1 Составление перечня сборочных работ

Перечень сборочных работ представлен в виде таблицы 16.

Таблица 16 – Перечень сборочных работ

Название техпроцессов	Минуты
1	2
Базовая сборка редукторного вала	
«1. Внимательно проверить вторичный вал редуктора со всех сторон	0,09
2. Поставить в приспособление вторичный вал редуктора	0,10
3. Внимательно проверить червячное колесо с венцом в сборе	0,19
4. Зафиксировать прессом червячное колесо с венцом в сборе на вторичный вал редуктора	0,13
5. Внимательно проверить подшипник	0,07
6. Зафиксировать прессом подшипник на вторичный вал редуктора	0,13
7. Поставить в приспособление вторичный вал редуктора в корпус датчика до упора подшипника в заднюю крышку корпуса датчика	0,10
8. Поставить в приспособление вторичный вал редуктора с датчиком в корпусе в приспособление	0,10
9. Внимательно проверить первичный вал редуктора со всех сторон	0,19
10. Поставить в приспособление первичный вал редуктора в корпус датчика	0,12
11. Внимательно проверить штифт первичного вала	0,07
12. Зафиксировать прессом штифт в паз первичного вала	0,11
13. Расфиксировать вал редуктора в сборе с датчиком и корпусом датчика	0,10
14. Внимательно проверить кольцо 10	0,07
15. Зафиксировать прессом кольцо 10 на первичный вал редуктора до упора	0,03
16. Внимательно проверить кольцо 9	0,10
17. Поставить в приспособление кольцо 9 до плотного прилегания в конусной поверхности паза Б	0,13
18. Передать позицию вал редуктора в сборе на следующую позицию»[5]	0,02
ИТОГО:	1,85

Продолжение таблицы 16

1	2
Общая сборка корпуса электроусилителя с электродвигателем в сборе	
«1. Внимательно проверить корпус со всех сторон	0,19
2. Зафиксировать корпус на первичный вал редуктора до соприкосновения с корпусом датчика	0,10
3. Поставить корпус на корпусе датчика 3 болтами М8х20 с шайбами моментом заворачивания МЗном=17,6 Нм	0,52
4. Внимательно проверить и Зафиксировать прессом подшипник с опорным кольцом на вторичный вал	0,2
5. Внимательно проверить и Поставить в приспособление крышку корпуса заднюю	0,1
6. Поставить 4 болтами М6х14 с шайбами моментом 17,6Нм	0,08
7. Внимательно проверить гайку с нейлоновым кольцом рулевой колонки	0,04
8. Поставить в приспособление гайку с нейлоновым кольцом на первичный вал и затянуть моментом 17,6Нм	0,10
9. Внимательно проверить рычаг угловой регулировки рулевой колонки	0,07
10. Внимательно проверить кронштейн крепления кожухов рулевой колонки	0,07
11. Поставить в приспособление рычаг угловой регулировки рулевой колонки и кронштейн крепления кожухов рулевой колонки на первичный вал редуктора, Поставить при помощи штифта	0,17
12. Внимательно проверить передний кронштейн в сборе и Внимательно проверить со всех сторон	0,09
13. Поставить в приспособление передний кронштейн в сборе на корпус	0,10
14. Поставить передний кронштейн в сборе 3 болтами М8х20 с шайбами , момент затяжки 17,6Нм	0,18
15. Внимательно проверить задний кронштейн в сборе со всех сторон	0,09
16. Поставить в приспособление задний кронштейн в сборе на первичный вал редуктора	0,10
17. Достать со стеллажа и Внимательно проверить 2 пружины	0,14
18. Поставить в приспособление пружины	0,1
19. Передать позицию корпус электроусилителя с электродвигателем в сборе на следующую позицию техпроцесса»[5]	0,04
<b>ИТОГО:</b>	2,45
<b>ИТОГО: ton<sup>общ</sup></b>	4,31

Определение трудоемкости сборки

Общее оперативное время на все виды работ

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 4.33_{мин} \quad (62)$$

Суммарная трудоемкость сборки изделия

$$t_{шт}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right) = 4.31 + 4.31 \cdot 0.075 = 4.65_{мин} \quad (63)$$

« $\alpha$  – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах

$\alpha = 2-3\%$ , принимаем  $\alpha = 2,5\%$

$\beta$  – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах

$\beta = 4- 6 \%$  , принимаем  $\beta = 5 \%$ »[5]

## 4.2 Выбор организационной формы сборки

В нашем случае предполагается массовое производство

Такт выпуска изделий

$$T_{в} = \frac{F_{д} \cdot 60m}{N} = \frac{4080 \cdot 60}{120000} = 2.04_{мин} \quad (64)$$

« $N$ -годовой объем выпуска = 120000 шт в год

$F_{д}$ - действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену.

Для оборудованных стендов и двух смен принимаем  $F_{д}=4015ч$ »[5]

Технологическая карта представлена в таблице 17.

### 4.3 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций

Таблица 17 – Технологическая карта

№ опер	Название операции	№ и наименование технологических переходов	Используемое оборудование и инструмент	время
1	2	3	4	5
005	Сборка вала редуктора в сборе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. «установить вторичный вал редуктора</li> <li>2. запрессовать червячное колесо с венцом в сборе на вторичный вал редуктора</li> <li>3. запрессовать подшипник на вторичный вал редуктора</li> <li>3. установить вторичный вал редуктора в корпус датчика до упора подшипника в заднюю крышку корпуса датчика</li> <li>4. установить вторичный вал редуктора с датчиком в корпусе в приспособление</li> <li>5. установить первичный вал редуктора в корпус датчика</li> <li>6. запрессовать штифт в паз первичного вала</li> <li>7. извлечь вал редуктора в сборе с датчиком и корпусом датчика</li> <li>8. запрессовать кольцо на первичный вал редуктора до упора»[5]</li> </ol>	«Стенд сборочный, приспособление для запрессовки»[5]	2.04

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5
		<p>10. «установить кольцо 9 до плотного прилегания в конусной поверхности паза Б»[9]</p> <p>11. «переместить вал редуктора в сборе на следующую позицию»[9]</p>		
010	сборка корпуса электроусилителя с электродвигателем в сборе	<p>1. «установить корпус на первичный вал редуктора до соприкосновения с корпусом датчика</p> <p>2. закрепить корпус на корпусе датчика 3 болтами М8х20 с шайбами моментом заворачивания М =17,6 Нм</p> <p>3. запрессовать подшипник с опорным кольцом на вторичный вал</p> <p>4. установить крышку корпуса заднюю</p> <p>5. закрепить 4 болтами М6х14 с шайбами моментом 17,6Нм</p> <p>6. установить гайку с нейлоновым кольцом на первичный вал и затянуть моментом 17,6Нм</p> <p>7. установить рычаг угловой регулировки рулевой колонки и кронштейн крепления кожухов рулевой колонки на первичный вал редуктора, закрепить при помощи штифта</p> <p>8. осмотреть передний кронштейн в сборе и осмотреть со всех сторон</p> <p>9. установить передний кронштейн в сборе на корпус»[9]</p>	«Стол, слесарный, приспособление зажимное, гайковерт динамометрический с пневмоприводом»[5]	2.02

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5
		<p>10. «закрепить передний кронштейн в сборе 3 болтами М8х20 с шайбами , момент затяжки 17,6Нм</p> <p>11. установить задний кронштейн в сборе на первичный вал редуктора</p> <p>12. установить пружины</p> <p>13. переместить корпус электроусилителя с электродвигателем в сборе на следующую позицию техпроцесса»[9]</p>		

**Вывод**

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

## 5 Экономическая эффективность проекта

Были предприняты различные шаги для повышения конкурентоспособности продукции компании с целью достижения успеха на внутреннем и мировом рынке. В частности, в ходе реализации программы модернизации производства были внедрены современные технологии, позволяющие повысить производительность труда и качество выпускаемой продукции. Кроме того, была проведена работа по улучшению условий труда, охраны здоровья и безопасности работников. Несмотря на положительные результаты, продолжаем работу по совершенствованию деятельности компании, повышению конкурентоспособности производимой продукции и укреплению позиций на рынке.

Целью данной работы является снижение усилия на руле автомобиля Lada Niva Travel. Применение гидроусилителя руля позволяет снизить максимальную нагрузку на рулевое колесо при повороте на месте.

Автомобили с электроусилителем руля стоят дешевле, чем автомобили с обычным усилителем руля. Однако в последние годы такие автомобили становятся все более популярными. Это связано с тем, что управление таким автомобилем более плавное и комфортное, чем управление обычным автомобилем. Кроме того, они потребляют меньше топлива, что очень важно для современных водителей. Кроме того, у гидроусилителей есть много преимуществ, таких как небольшие размеры и возможность изменять время компенсации по многим факторам. Автомобиль с гидроусилителем руля будет первым выбором, потому что этот автомобиль всегда будет оснащен гидроусилителем руля, потому что это будет перспективный автомобиль, на равных конкурирующий с другими автомобилями иностранных производителей на рынке.

## 5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла

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

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

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

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

Однако основные параметры, используемые для расчета эффективности инвестиционных проектов, характеризуются двумя критериями: чистая приведенная стоимость дивидендов и норма прибыли. Другими словами, эти два критерия позволяют сделать выводы об успешности или неуспешности инвестиционного проекта. Если чистая приведенная стоимость проекта неотрицательна, то есть больше нуля, а норма доходности больше единицы, то проект считается эффективным и его реализация рекомендуется.

«Исходные данные для расчета приведены в таблице 18.

Расчетные данные в таблицах 19-22.

Таблица 28 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>Vгод.</i>	шт.	120000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	114,35
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	119,33
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	124,23
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,19

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:

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

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 3 - Расчет затрат на сырье и материалы»

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

$M = 323,14$  руб.

Расчет статьи затрат "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma \Pi_{и} = \Sigma C_{и} \cdot n_{и} + K_{тзр} / 100$$

где -  $C_{и}$  - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, (65)

$n_{и}$  - количество покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, шт.

Таблица 20 - Покупные изделия

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

$\Pi_{и} = 573,99$  руб.

Расчет статьи затрат Основная заработная плата» [ 8 ]

$$\langle Z_0 = Z_t(1 + K_{\text{прем}}/100) \quad (66)$$

где –  $Z_t$  – тарифная заработная плата, руб., которая

$$Z_t = C_{p.i} \cdot T_i \quad (67)$$

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

$T_i$  – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 21 – Расчет затрат на выполнение операций

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

$Z_0 = 549,42$  руб.

Дополнительная заработная плата производственных рабочих» [8]

$$Z_{\text{доп}} = Z_0 \cdot K_{\text{вып}} \quad (68)$$

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

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

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

$$C_{\text{соц.н.}} = (Z_0 + Z_{\text{доп}}) \cdot E_{\text{соц.н.}}/100 \quad (69)$$

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

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

"Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования"

$$C_{\text{сод.обор.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обор.}}/100 \quad (70)$$

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

$$\langle \text{Ссод.обор.} = 549,42 \cdot 1,94 = 1065,87 \text{ руб.} \rangle$$

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

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

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

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

Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку

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

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

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

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

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

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

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы:

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

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

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

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

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

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

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

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

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

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

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

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

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

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

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

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

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

Сравнительная калькуляция представлена в таблице 22.

Таблица 22 - Сравнительная калькуляция себестоимости

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

## Расчет точки безубыточности

### Определение переменных затрат:

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (79)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (80)$$

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

$$\begin{aligned} Z_{\text{перем.уд.пр.}} &= 323,14 + 573,99 + 549,42 + 76,92 + 187,90 = \\ &= 1711,38 \text{ руб.} \end{aligned} \text{»[8]}$$

«на годовую программу выпуска изделия:

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

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

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

$$Z_{\text{перем.б.}} = 1801,09 \cdot 120000 = 180108954,48 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = 1711,38 \cdot 120000 = 171137593,37 \text{ руб.}$$

### Определение постоянных затрат:

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{собзав.}} + C_{\text{ском.}} \quad (83)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{собзав.}} + C_{\text{ском.}} \quad (84)$$

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

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

на годовую программу выпуска изделия:

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

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \text{»[8]} \quad (86)$$

$$\langle \text{Зпост.б.} = 3123,96 \cdot 120000 = 312395617,82 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпост.пр.} = 3123,70 \cdot 120000 = 312369600,87 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

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

где -  $H_A$  - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

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

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

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

$$\text{Сполн.год.пр.} = 4835,07 \cdot 120000 = 483507194,24 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

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

$$\text{Выручка} = 6402,56 \cdot 120000 = 640255943,98 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:»[8]

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

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

Расчет критического объема продаж:

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

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

$$\text{Акрит.} = 66590 \text{ руб.}$$

## Расчет коммерческой эффективности проекта

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

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

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

$n$  – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = 6682 \text{ шт.} \gg [8]$$

«Объем продаж по годам:

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

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

Выручка по годам:

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

Переменные затраты по годам

для базового варианта:

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

для проектного варианта:

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

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

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

$$Ам. = 129,88 \cdot 120000 = 12988278,97 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам для базового варианта:

$$С_{\text{полн.б.}i} = З_{\text{перем.б.}i} + З_{\text{пост.б.}} \gg [8] \quad (98)$$

«для проектного варианта:

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

Налогооблагаемая прибыль по годам:

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

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0.20 \quad (101)$$

Прибыль чистая по годам

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

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

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

где -  $\text{Д1}$  и  $\text{Д2}$  - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту

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

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

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

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Vпрод.}i \gg [8] \quad (104)$$

«Дисконтирование денежного потока

$$\alpha_{it} = 1/(1 + \text{Есм.}i)^t \quad (105)$$

где -  $\text{Есм.}i$  - процентная ставка на капитал

$t$  - год приведения затрат и результатов

$$\text{Есм.} = 10 \%$$

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

$$\text{ДСП}_i = \text{ЧД}_i \cdot \alpha_i \quad (106)$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока

$$\Sigma \text{ДСП} = \Sigma \text{ДСП}_i \quad (107)$$

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

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

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

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

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

«Чистый дисконтированный доход равен:

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

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

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (110)$$

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

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (111)$$

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

На рисунке 7 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж

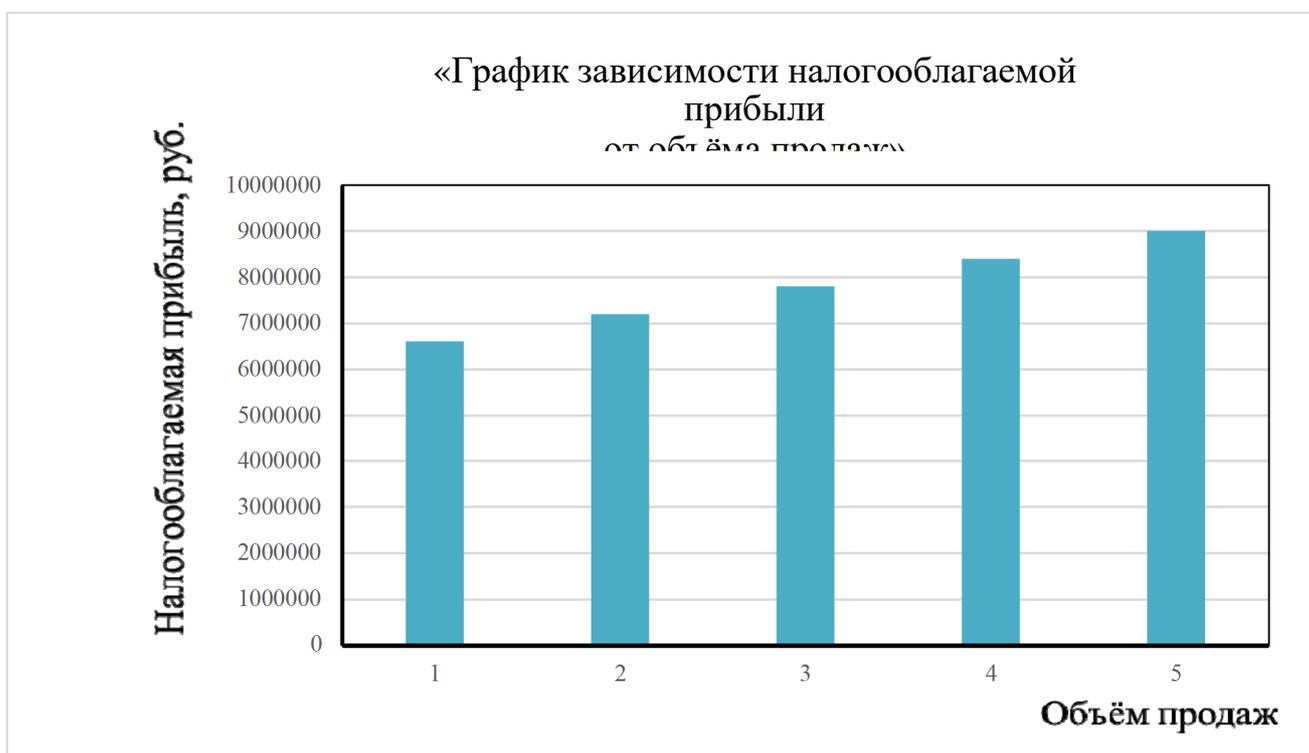


Рисунок 7 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж»[8]

## Выводы и рекомендации

Экономический результат положительный с ID 1,66, основной показатель стоимости плана проектирования высокий и этот показатель получен путем экономических расчетов за счет реализации плана серийного производства деталей автомобиля. Применяемая производственная система может принести ожидаемую прибыль и рассчитывается проектная эффективность социальности. В общем случае, с учетом изложенного выше, проектная экономическая эффективность социально-экономической системы может быть определена как ожидаемый результат экономической деятельности систем, объединенных в социальную систему, которая была бы возможна при отсутствии каких-либо ограничений на экономическую деятельность систем.

Проектная конструкция, если будет применяться в производстве, то может принести чистую прибыль в размере 728002466,61 руб. В зависимости от сложности и вида выпускаемой продукции, предприятие может получить дополнительные доходы и прибыль за счет: - увеличения объемов производства; - повышения качества и конкурентоспособности продукции; - увеличение рентабельности производства.

Риски проекта низкие, о чем свидетельствует тот факт, что срок окупаемости проекта оценивается менее чем в один год. В целом проект имеет хорошие финансовые показатели, а его реализация принесет инвестору прибыль. Риски проекта можно ограничить и застраховать, в результате чего уровень риска будет уменьшаться, что будет говорить об эффективности проекта. О применимости проекта в автомобильной промышленности можно судить по данным, полученным в результате приведенных выше расчетов. На практике проект может применяться на разных предприятиях, где возможно использование современных технологий и методов организации труда. Для этих предприятий проект должен быть адаптирован к их специфическим условиям.

## Заключение

В результате выбора схемы составных частей проектируемого автомобиля, этапов проработки конструкции, сравнения с ближайшими аналогами и анализа технических возможностей производства выбирается вариант, наилучшим образом сочетающий в себе все вышеперечисленные вопросы.

С целью дальнейшего улучшения потребительских свойств можно добиться применения современных строительных материалов и применения новых технологий в этом направлении.

Сначала определяются требования к электрическому усилителю. Во-вторых, настраивается электрический усилитель. Далее производится силовой расчет по замене рулевого механизма и компонентов электроусилителя.

Во-вторых, выполняется технический чертеж сборки электроусилителя. В-третьих, осуществляется разработка технического плана сборки электроусилителя. идея. После этого необходимо было более детально и комплексно разработать требования к параметрам сцепления, стабилизации рулевого управления, предусмотрев возможность перепрограммирования и управления системой электроуправления. Необходимо уточнить и установить блок управления и электроусилитель.

В связи с развитием микроэлектроники блок управления устанавливается в корпусе инвертора, поэтому рекомендуется подавать сигналы с датчика инвертора на блок управления и с блока управления на привод инверторного электродвигателя, блок управления тесно связан с блоком управления. Эти работы позволят улучшить рулевые характеристики потребителей, повысить надежность и простоту эксплуатации, снизить стоимость электроусилителя.

Для гидроусилителя руля потребовался новый мощный генератор и аккумуляторы большой энергоёмкости.

## Список используемых источников

1 «Автотранспортные средства. Основы конструирования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», [Институт информационных технологий, машиностроения и автотранспорта] ; составители А. В. Буянкин, В. Г. Ромашко. - Кемерово : КузГТУ, 2021. - 203 с.

2 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

3 Блинов Е. И. Автомобиль и трактор: энергетика сложных механических систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Е. И. Блинов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т приборостроения и информатики. - Москва : МГУПИ, 2014. - 113 с.

4 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.»[27]

5 «Виноградов В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта", 20.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 344, [1] с.

6 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова", Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.

7 Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

8 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : практикум : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им В. Г. Шухова, 2018. - 115 с.»[27]

9 «Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. - 22 с.

10 Горшкова О. О. Электрооборудование автомобиля [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / О. О. Горшкова, Г. Н. Шпитко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тюменский индустриальный университет". - Тюмень : ТИУ, 2016. - 333 с.

11 Губарев А. В. Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. В. Губарев, А. Г. Уланов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Колесные, гусеничные машины и автомобили". - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. - 564, [1] с.

12 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

13 Ковальчук Л. И. Динамика и основы конструирования автомобильных двигателей [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профилей подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Автомобильный сервис» всех форм обучения / Л. И. Ковальчук;»[27]

«Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Калининградский государственный технический университет", Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота. - Калининград : Изд-во БГАРФ, 2018. - 123 с.

14 Конструирование и эксплуатация транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / [А. Ю. Барыкин, Р. М. Галиев, А. Т. Кулаков и др.] ; Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2016. - 176 с.

15 Кудрявцев Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов [Текст] : учебное пособие по направлению 25.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", профиль "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Е. М. Кудрявцев. - Москва : АСВ, 2018. - 327 с.

16 Макридина М. Т. Проектирование металлических конструкций [Текст] : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 23.03.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы и специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства / М. Т. Макридина, А. А. Макридин ; М-во образования и науки Российской Федерации Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2014. - 170 с.

17 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно- технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.»[27]

18 «Носов С. В. Конструкции наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / С. В. Носов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2016. - 21 см.

19 Огороднов С. М. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. М. Огороднов, Л. Н. Орлов, В. Н. Кравец ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород : Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2017. - 284, [1] с.

20 Основы процесса производства и эксплуатации автомобилей и тракторов : учебное пособие : специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова" ; составители: А. В. Русинов [и др.]. - Саратов : Амрит, 2022. - 116 с.

21 Перегудов Н. Е. Основы создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц автотракторной техники : учебное пособие / Н. Е. Перегудов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2021. - 112 с.»[27]

22 «Потапов С. И. Электрооборудование автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. И. Потапов, Е. А. Чащин ; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Ковровская гос. технологическая акад. им. В. А. Дегтярева". - Ковров : КГТА им. В. А. Дегтярева, 2014. - 87 с.

23 Русинов А. В. Основы дизайна в машиностроении : учебное пособие для студентов обучающихся в высших учебных учреждениях по направлению подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Русинов А. В. ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова". - Саратов : ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. - 101 с.

24 Савкин А. Н. Основы расчетов на прочность и жесткость типовых элементов транспортных средств [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / А. Н. Савкин, В. И. Водопьянов, О. В. Кондратьев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Волгоградский гос. технический ун-т. - Волгоград : ВолгГТУ, 2014. - 211 с.

25 Ступина Т. В. English for transport engineers = Английский язык для студентов автотранспортных специальностей : учебник для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы", "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", "Наземные транспортно-технологические средства" / Т. В. Ступина, Г. В. Гришина. - Красноярск : СФУ, 2019. - 191 с.»[27]

26 «Фиала И. Внедорожные автомобили : иллюстрированная энциклопедия / Иржи Фиала ; [пер. с чеш. яз. И. Ф. Нафтульев]. - Москва : Лабиринт Пресс, 2006. - 303, [1] с.

27 Черепанов Л. А. Наземные транспортно-технологические средства. Выполнение дипломного проекта : электронное учебно-методическое пособие / Л. А. Черепанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения. - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

28 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология производства наземных транспортно-технологических средств" / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, сор. 2018. - 65 с.

29 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

30 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.

31 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. - New York: Springer, 2008. - 1015 p.

32 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.  
Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.»[27]

Приложение А  
Графики тягового расчета

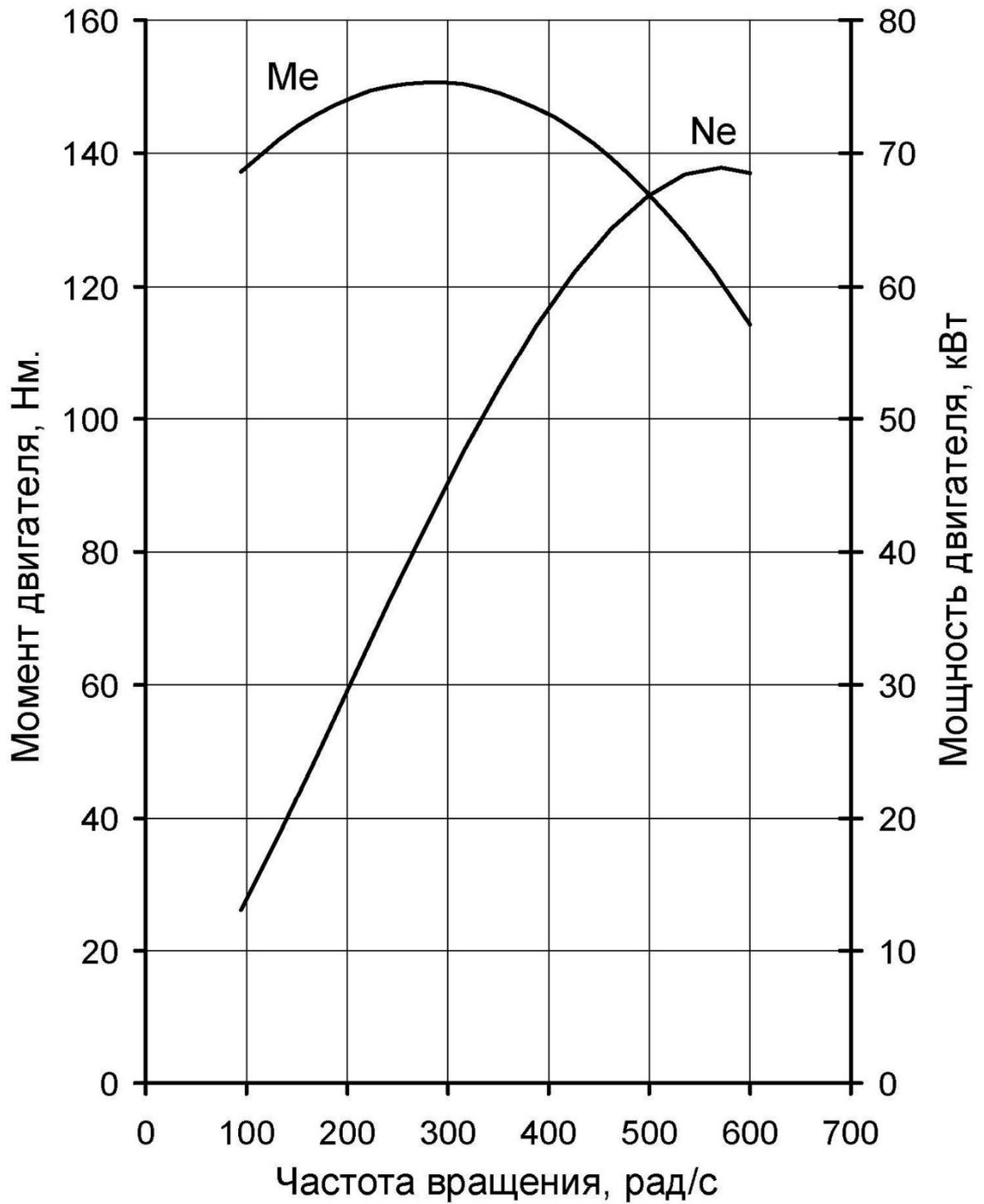


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

Продолжение Приложения А

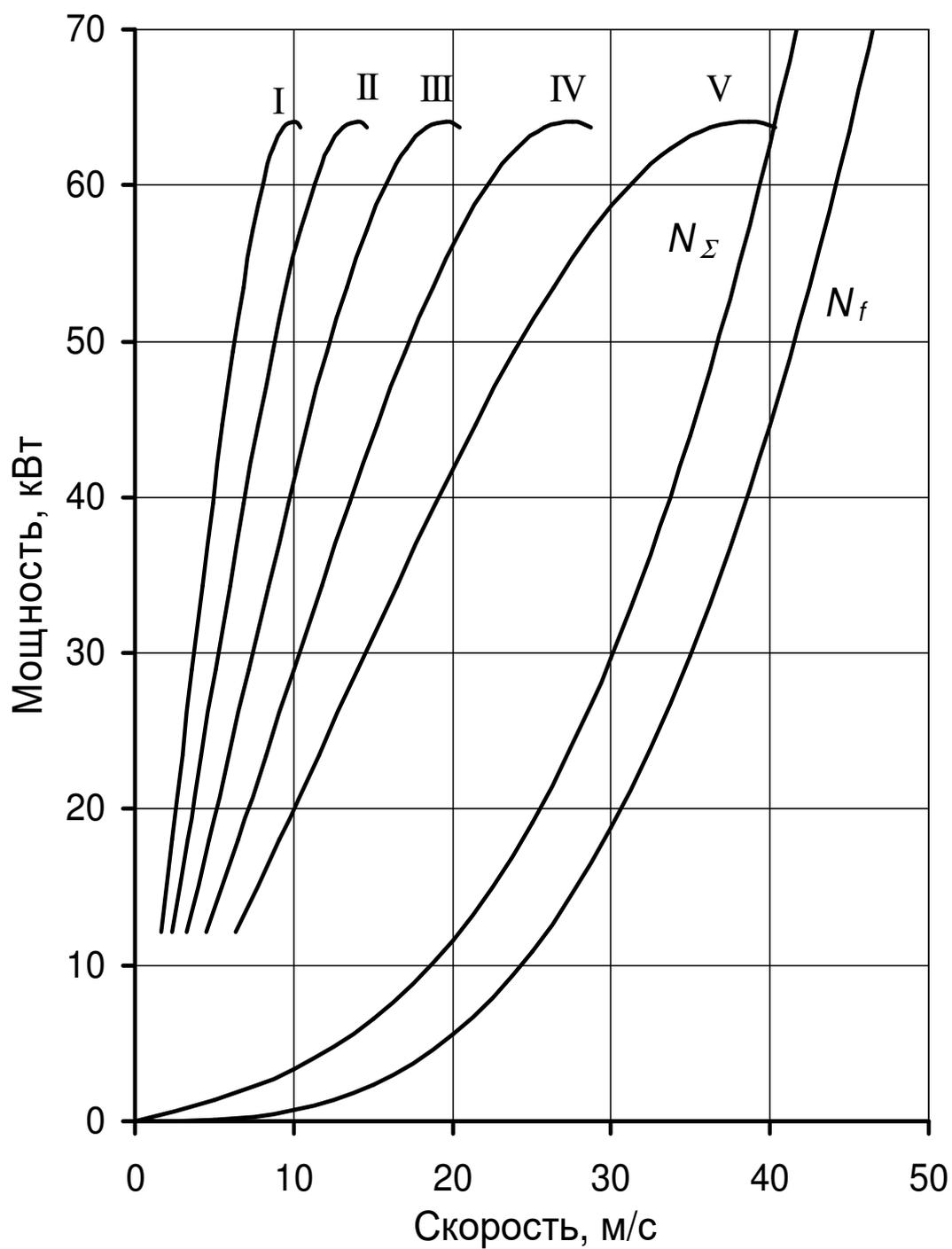


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

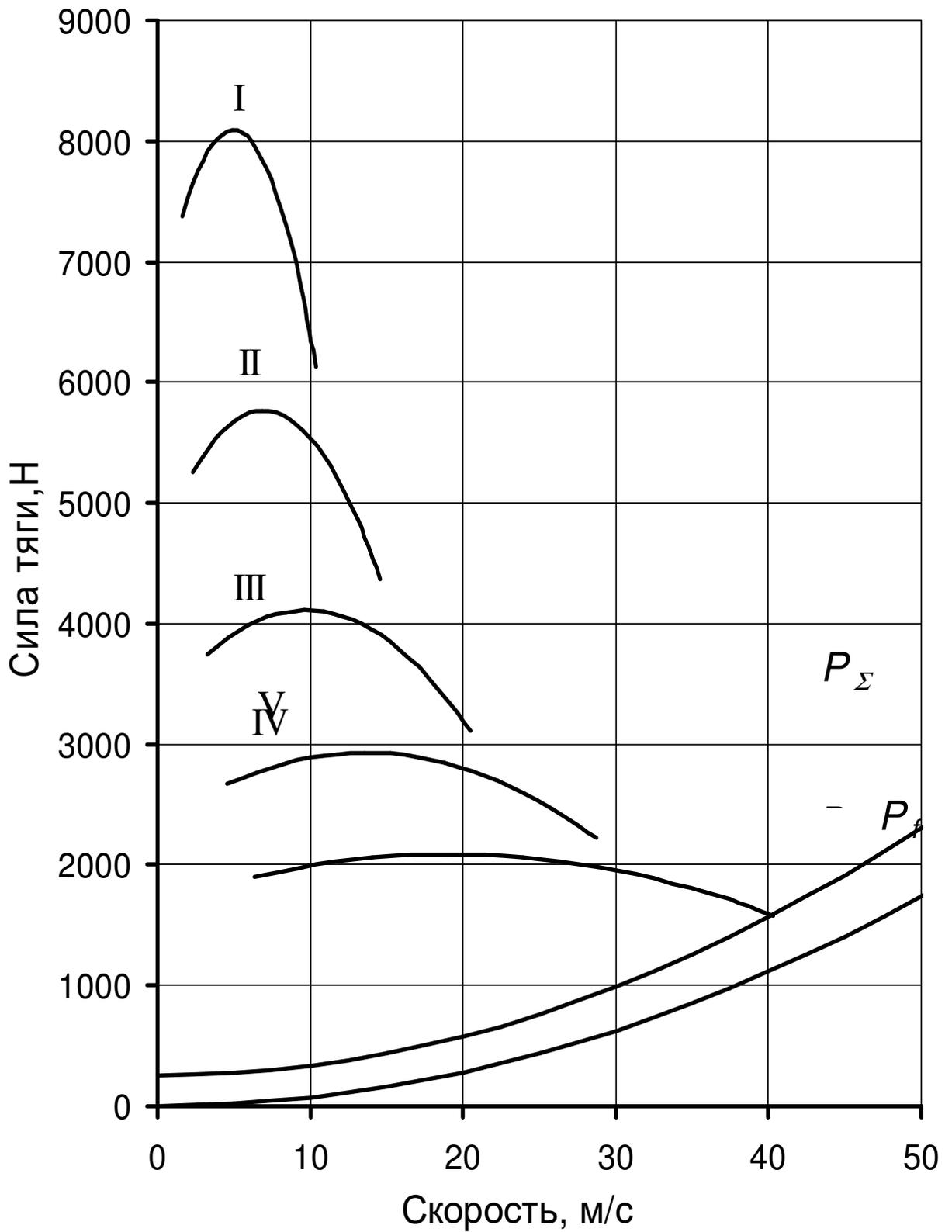


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

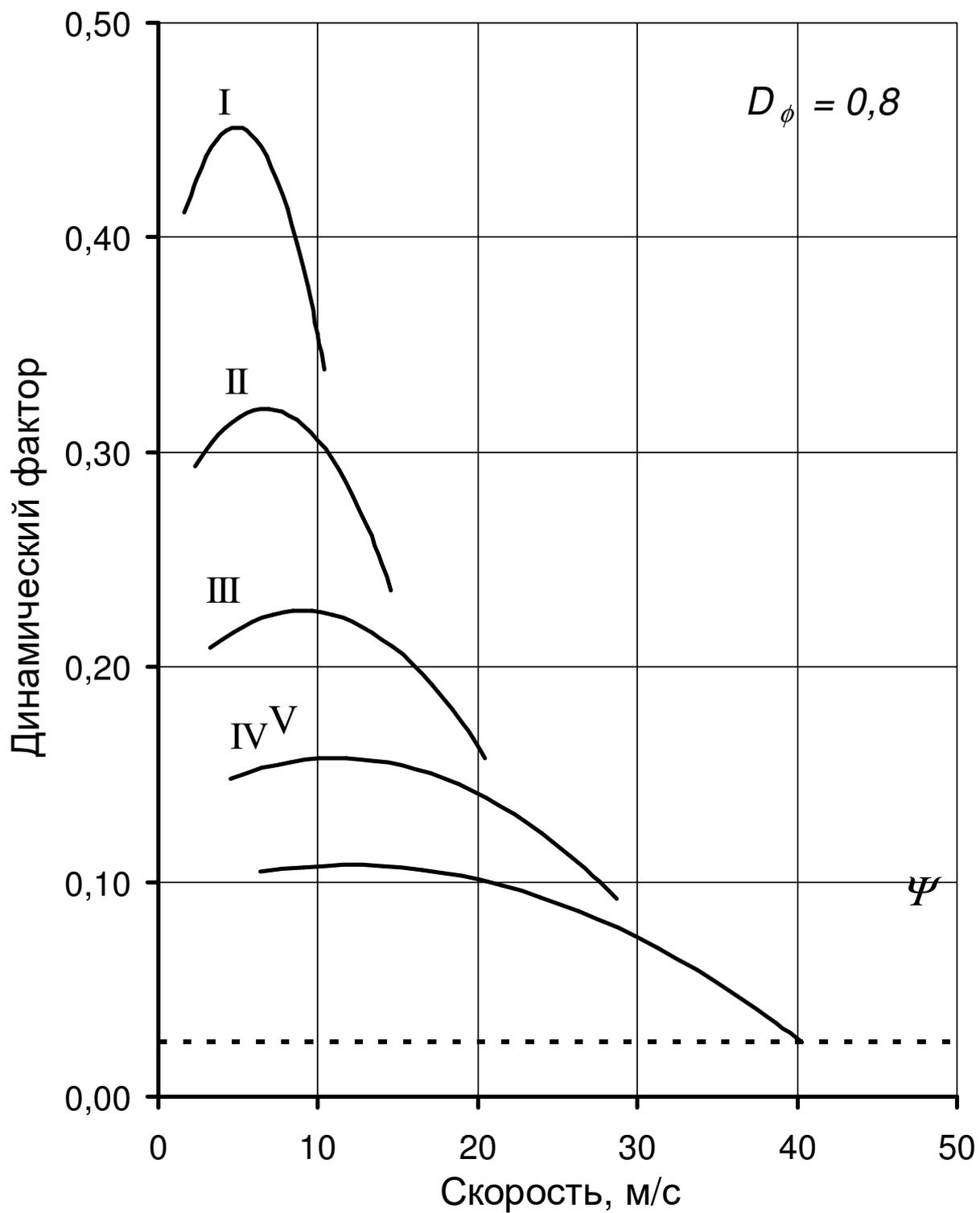


Рисунок А.4 – Динамический баланс

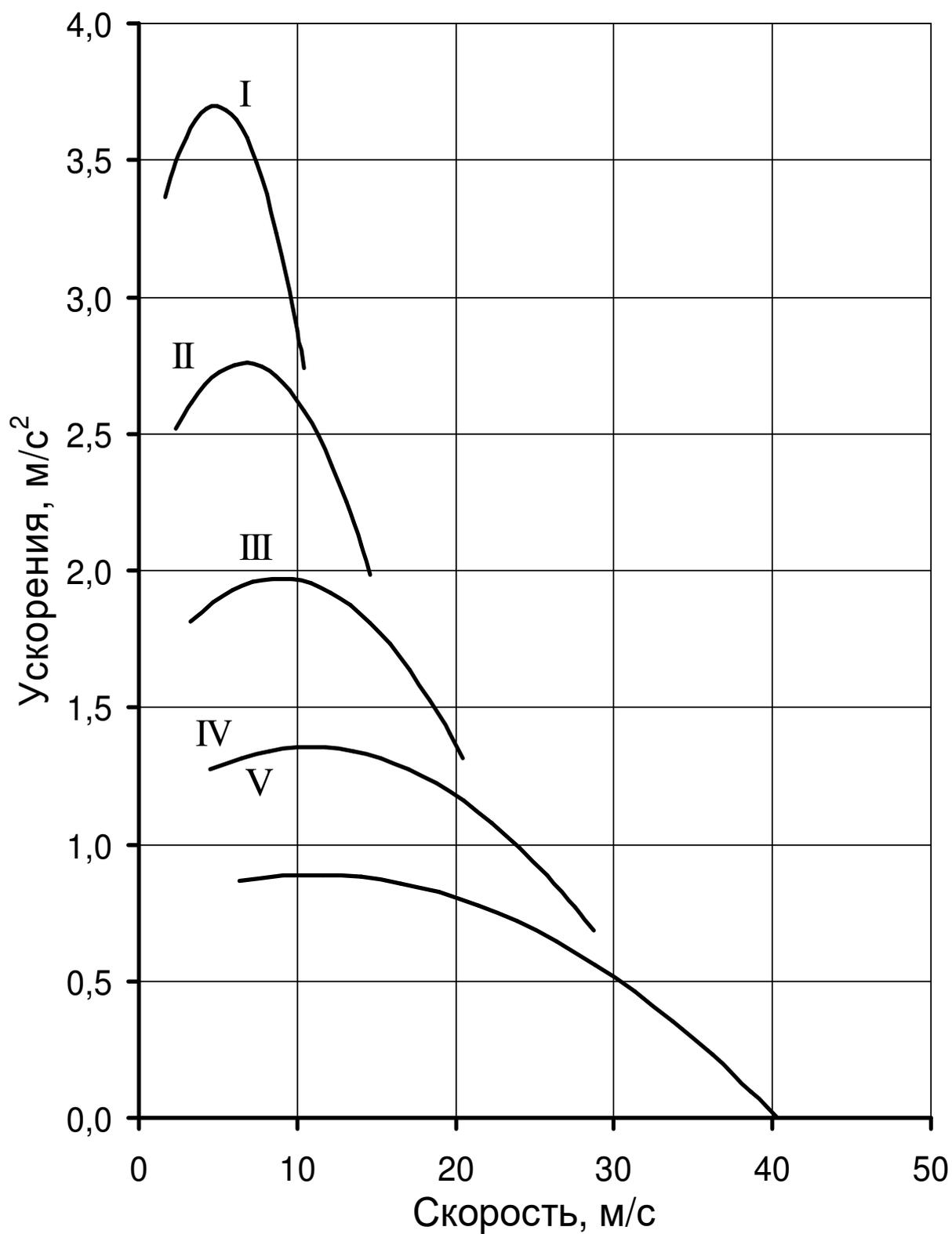


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

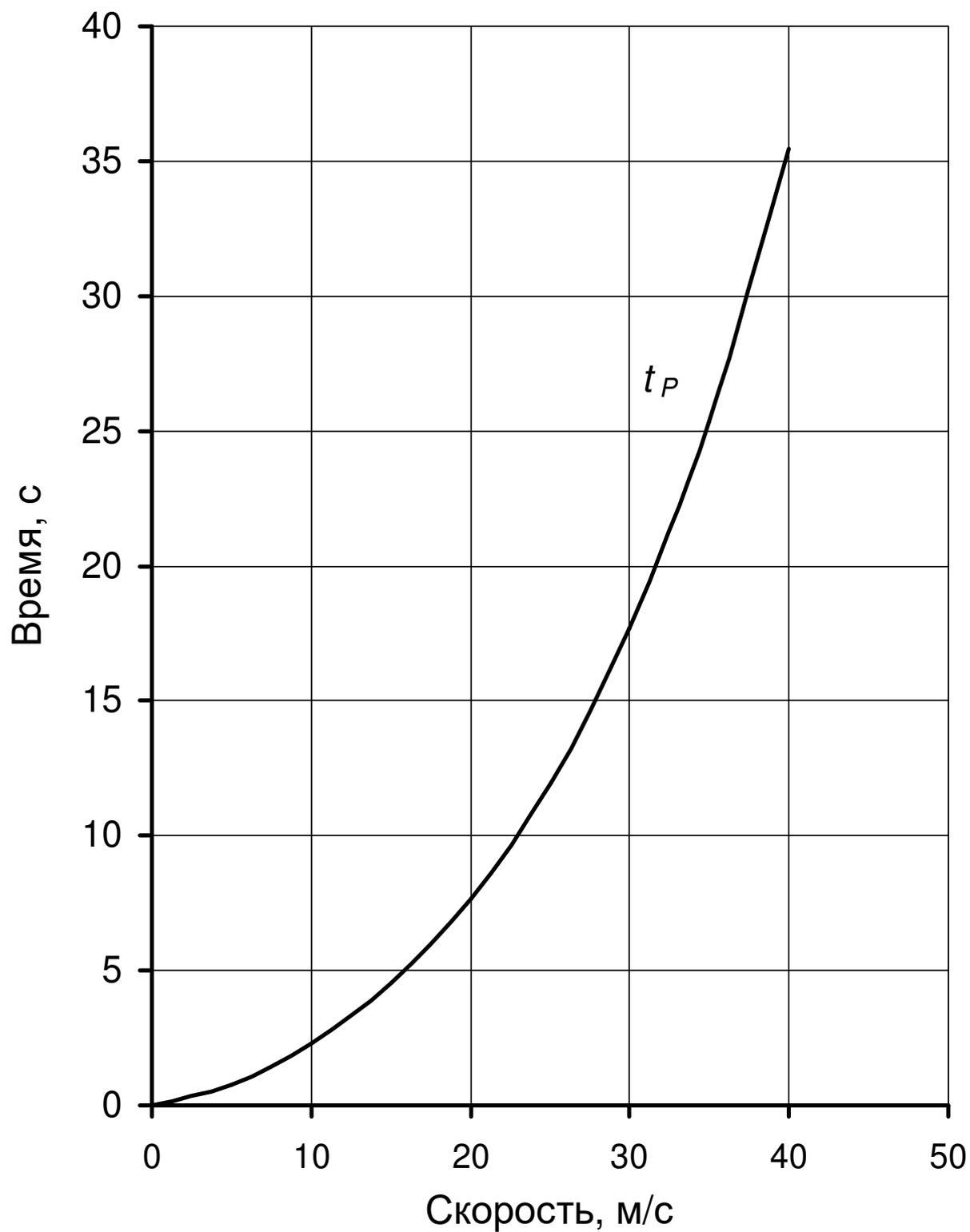


Рисунок А.6 – Время разгона

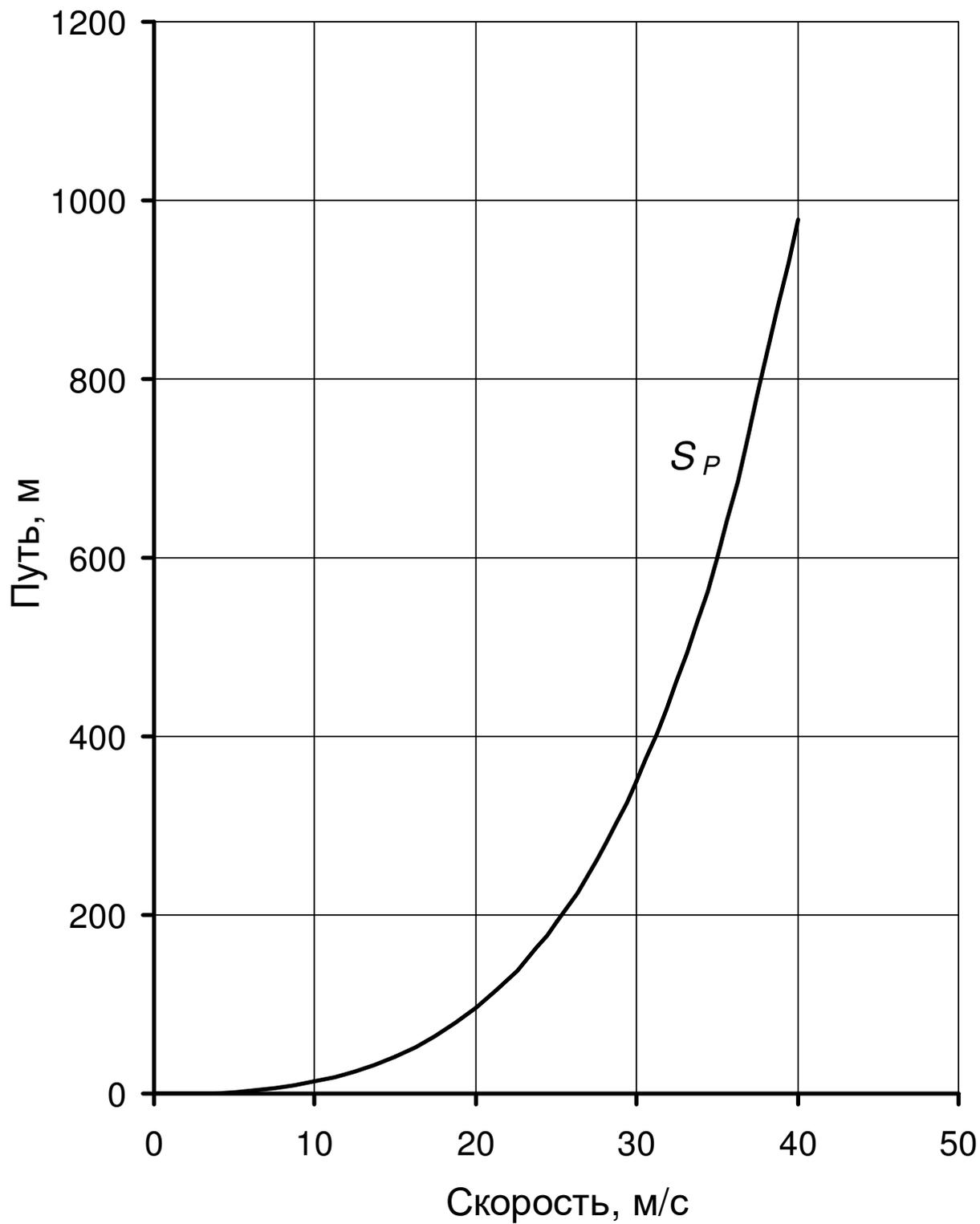


Рисунок А.7 – Путь разгона

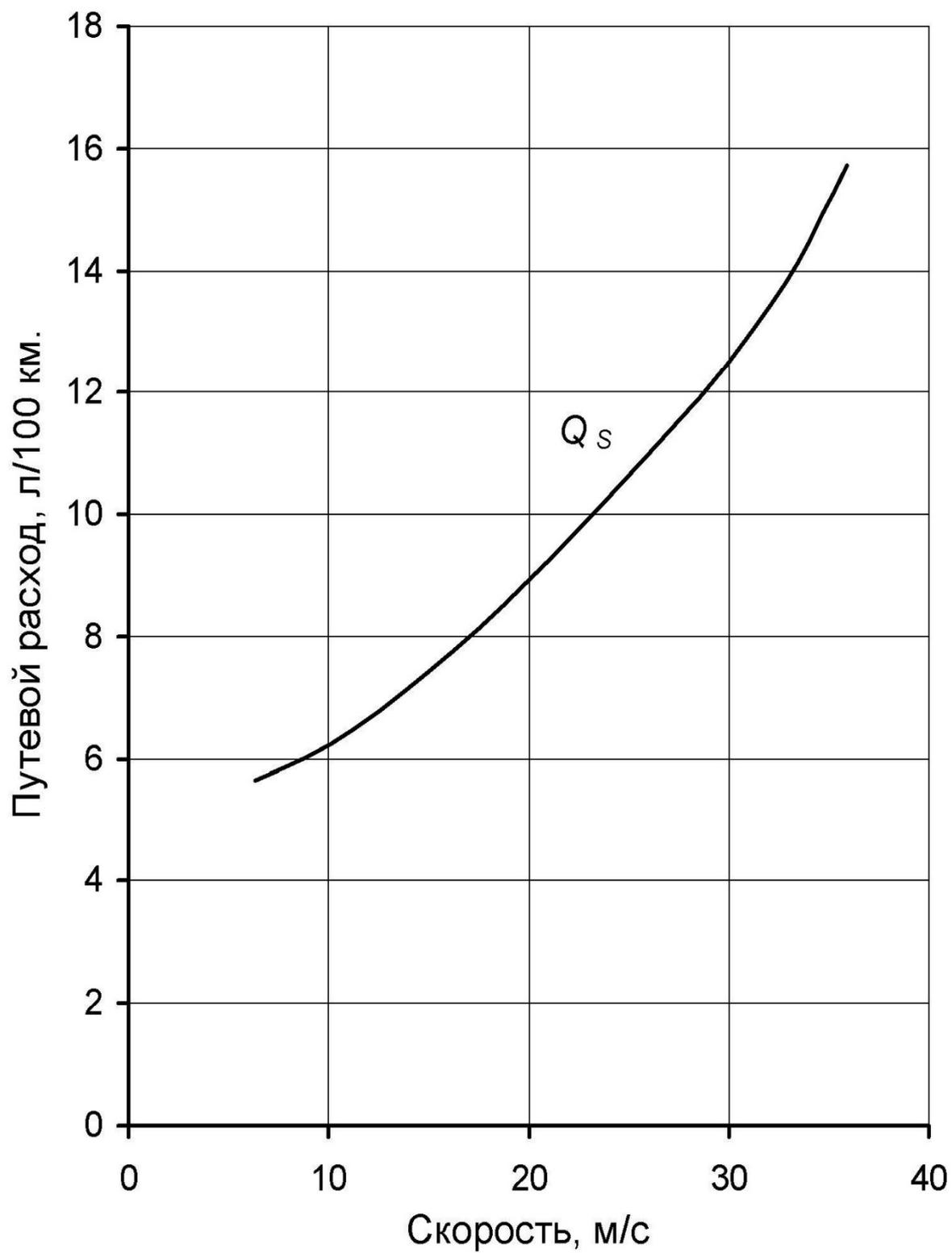


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива