

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Модернизация заднего моста автомобиля ВАЗ-21213 путем
установки электрического блокирующего дифференциала

Студент

К.С. Корнев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

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

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

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

канд. экон. наук Л.Л. Чумаков

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2020

АННОТАЦИЯ

Автомобиль сегодня должен иметь высокую эффективность, длительный срок службы, безопасность вождения, удобство обслуживания и устойчивость на дороге.

Тема дипломной работы: “Модернизация заднего моста автомобиля ВАЗ-21213”. Автомобиль должен отвечать современным требованиям, то есть иметь быстрое ускорение, плавное сцепление, бесшумную коробку передач, надежные системы торможения и рулевого управления, надежную систему зажигания.

Дипломная работа состоит из 108 страниц, включая введение, разделы конструкторской, технологической, экономической частей и раздела объекта безопасности. Он также имеет графическую часть 8 листов А1.

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

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

Третья часть безопасность и экологичность проекта.

Четвертая часть посвящена экономическим расчетам себестоимости разрабатываемого узла. Расчет точки безубыточности для данного проекта и расчет экономической эффективности.

Эта модернизация, описанная в дипломной работе, может быть внедрена в массовое производство.

ABSTRACT

The automobile of today must have high efficiency, long service life, driving safety, ease of maintenance and be stable on the road.

The topic of the diploma work is “Updating the rear axle of the car VAZ 21213”. The automobile must meet up-to-date demands, that is, it must have rapid acceleration, smooth-acting clutch, silent gearbox, dependable braking and steering systems, dependable ignition system.

The diploma work consists of 108 pages, including introduction, and chapters of design, technological, economic parts and the section of the security object. It also have a graphic part of 8 sheets A1.

The first part is concerned with the design of the developed unit, its current development trends, as well as the classification of existing types of constructions.

The second part of the work is dedicated to vehicle design calculations. This part is concerned the dynamic calculation of the vehicle, the calculation of the characteristics of the vehicle and the calculation of the design.

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

The forth part is concerned with economical calculations for piece-price of the developed product. Calculation is concerned of breakeven point for this project and evidence calculation for economic efficiency.

This modernization, described in the diploma work, could be implemented into current mass production.

СОДЕРЖАНИЕ

«ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. Состояние вопроса	7
1.1 Назначение главной передачи	7
1.2. Описание конструкции главной передачи.	15
1.3. Обоснование вносимых конструктивных изменений	17
2. Конструкторская часть.....	18
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	18
2.1.1 Исходные данные	18
2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчета	18
2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи.....	19
2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя.....	20
2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач	22
2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах.....	23
2.1.7 Сила тяги на ведущих колесах	24
2.1.8 Силы сопротивления движению	24
2.1.9 Динамический фактор	25
2.1.10 Ускорения автомобиля	26
2.1.11 Величина обратная ускорению	28
2.1.12 Время и путь разгона.....	28
2.1.13 Мощностной баланс	31
2.1.14 Топливо-экономическая характеристика	32

«Расчет зубчатой передачи	35
3. Технологическая часть.....	52
4. Безопасность и экологичность объекта.....	64
5. Экономическая эффективность проекта	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графики тягового расчета	101

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня на российском автомобильном рынке наблюдается очень большая концентрация легковых автомобилей. Помимо наших производителей есть и автомобили зарубежных производителей. В это время полный захват российского рынка иностранными производителями во многом обусловлен тарифами таможни. Но многие автогиганты выходят из этой ситуации, размещая производство и сборку своих автомобилей на территории России. То же самое касается Daewoo, Daewoo, который объединяет сборки в Ростове-на-Дону и Узбекистане, KIA (в Калининградской области), Hyundai (Ижмаш), Renault (АЗЛК), Fiat (газ), Ford (Беларусь). Большинство этих автомобилей этих марок создают жесткую конкуренцию автомобилям ВАЗ.

Автомобили ВАЗ занимают низкие и слабые позиции на внешнем рынке, особенно в развитых странах, в отрасли. Последние 15-20 лет LADA активно заменяет "корейские", а также автомобили малазийского производства и Skoda.

Другие производители снижают цены на автомобили, а также выбирают покупателей из отечественного автопрома. Жесткая конкуренция на европейском рынке привела к тому, что оборудование, ранее установленное на автомобилях в качестве опции за дополнительную плату, было установлено в большинстве автомобилей как стандарт без существенного увеличения их стоимости. Это в основном относится к подушкам безопасности и рулевому управлению с усилителем.

Для успешной конкуренции на ВАЗ принимаются меры по повышению конкурентоспособности автомобилей нашей компании.

Основная цель работы – улучшение ходовых качеств проектного автомобиля.

1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Состояние вопроса.

Трансмиссия в конструкции автомобиля обеспечивает изменение и передачу вращения от силового агрегата к ведущим колесам. Эта часть состоит из многих частей, включая основную трансмиссию автомобиля.

1.1 Назначение главной передачи

Главная шестерня используется для соответствия частоты вращения вала двигателя требуемой скорости ведущего колеса во время движения автомобиля. Кроме того, задача этого элемента заключается в изменении крутящего момента перед нанесением его на привод колеса. То же самое относится к трансмиссии, но она имеет возможность изменять передаточные числа, зацепляя определенные шестерни. Несмотря на наличие коробки передач в конструкции автомобиля, выходной крутящий момент невелик, а скорость вращения выходного вала высока. Если вращение переносится непосредственно на ведущие колеса, то полученная нагрузка "разрушит" двигатель. В общем, автомобиль не сможет двигаться.

Главная передача автомобиля увеличивает крутящий момент и уменьшает скорость вращения. Но в отличие от коробки передач, передаточное число фиксировано.

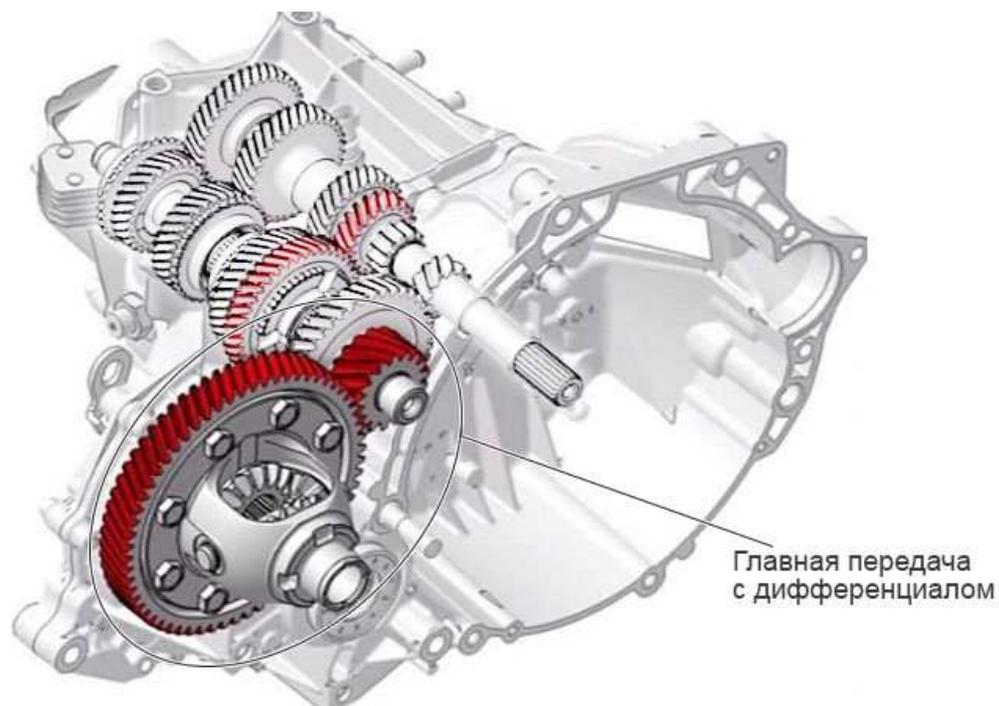


Рис.1.1 Главная передача переднеприводного автомобиля.

Это трансмиссия в легковом автомобиле традиционной коробки передач с определенным устройством, состоящим из двух устройств разного диаметра. Ведущая шестерня-это выходной вал коробки передач, находящийся на малом размере, то есть на подаваемом вращении. Приводное устройство очень большое, подающее результирующее вращение на приводной вал колеса.

Передаточное число в трансмиссии этого числа равно передаточному числу. Для легковых автомобилей этот параметр находится в диапазоне 3,5-4,5, для грузовых он достигает 5-7.

Более высокое передаточное отношение (это число ведомых колес относительно большего привода), крутящий момент, приложенный к более высоким колесам. В этом случае тяга увеличивается, но максимальная скорость остается низкой.

Передаточное отношение трансмиссии и других частей трансмиссии в соответствии с выбранными характеристиками.

Основная трансмиссия напрямую зависит от конструктивных возможностей самого автомобиля. Эта передача может быть отдельным

устройством, установленным в картере (заднеприводные модели), или она может быть частью конструкции трансмиссии (передний привод).

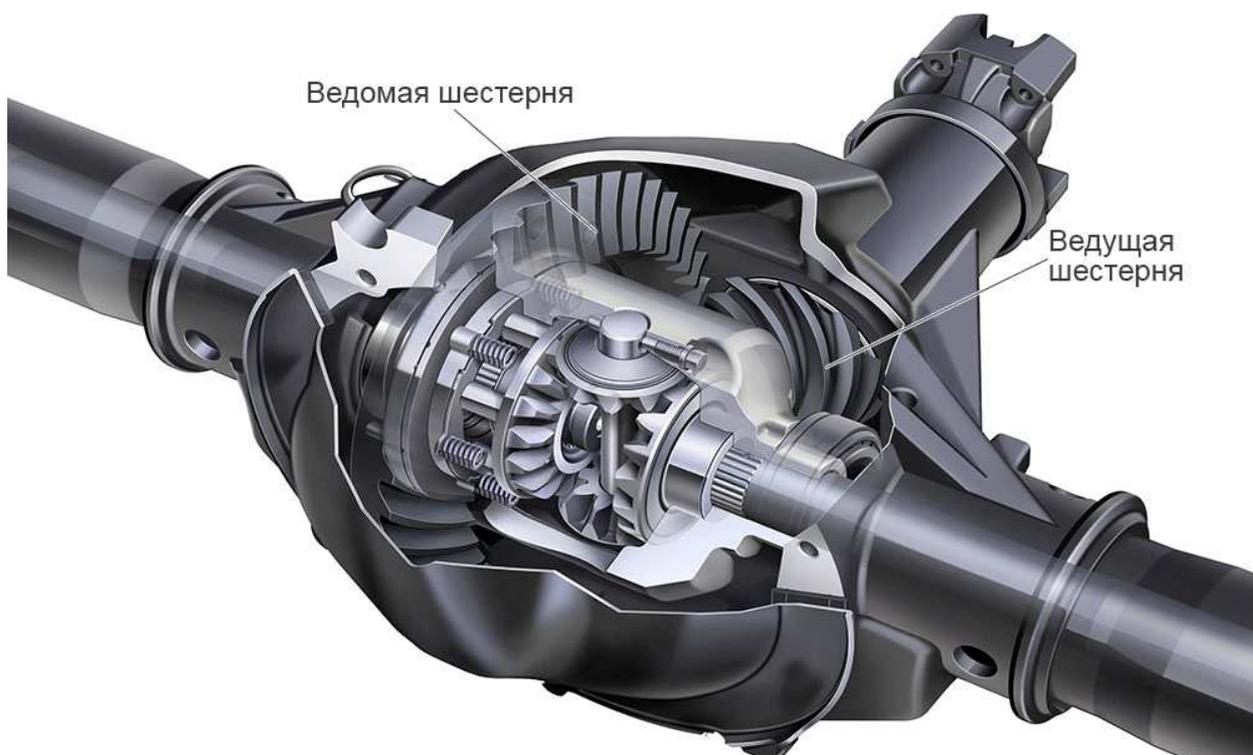


Рис.1.2 Главная передача полноприводного автомобиля.

Все полноприводные автомобили, они могут использовать разные компоновки. Если у такого автомобиля расположение силовой установки-поперечное, то главная передача передней оси входит в коробку передач, а задняя расположена в отдельном корпусе. Автомобиль с продольной компоновкой, главной передачей, обе оси которой отделены от коробки передач и раздаточной коробки.

В модели отдельной главной передачи эта коробка передач выполняет еще одну функцию – она изменяет угол поворота на 90 градусов. То есть выходной вал коробки передач и путь привода колес в вертикальной системе.

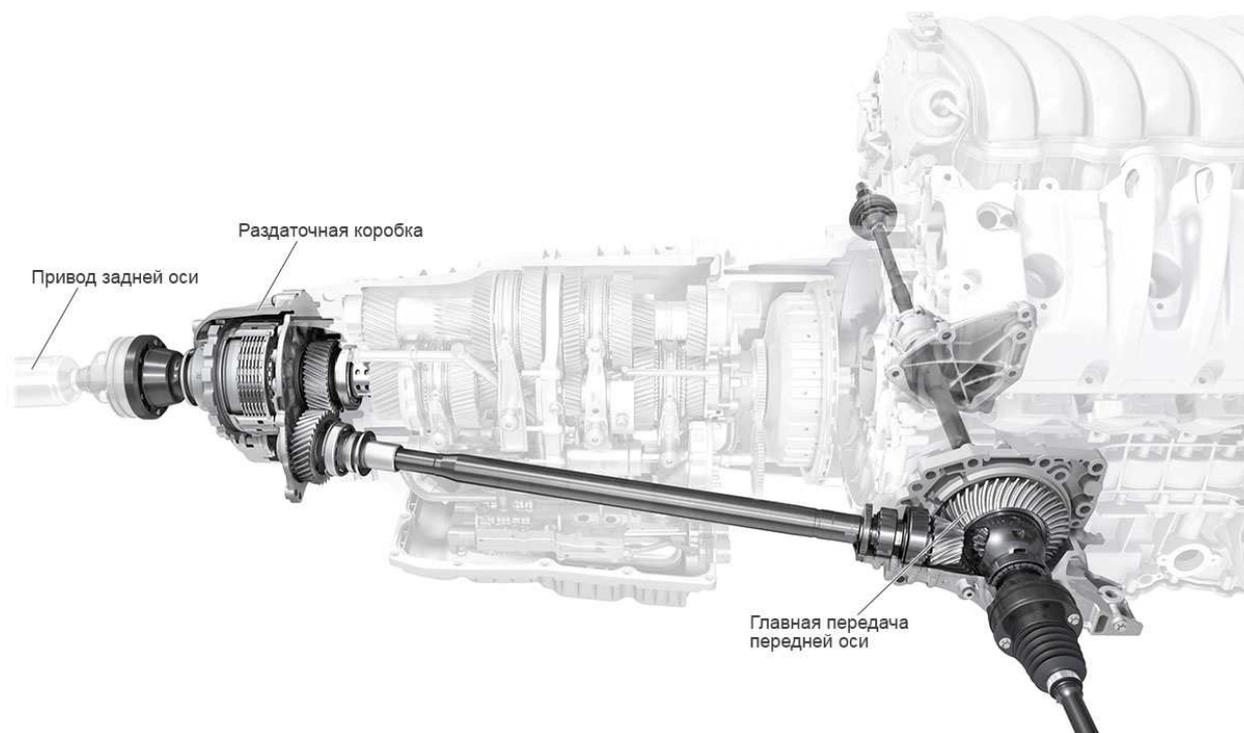


Рис.1.3. Расположение главной передачи передней оси Audi

Переднеприводные модели, где главная передача добавлена в конструкцию коробки передач, задают маршруты движения параллельно, так как нет необходимости менять угол направления.

В ряде грузовых автомобилей используются двухступенчатые редукторы. Примечательно, что их конструкция может быть разной, но наиболее распространенной является так называемая конструкция, в которой используется центральная коробка передач и два колеса (горизонтальные). Такая конструкция позволяет значительно увеличить крутящий момент и, следовательно, тяговое усилие на колеса.

Свойства коробки передач таковы, что она равномерно делит вращение на два ведущих колеса. При прямой линии движения, это нормальное состояние, но при прохождении поворотов колеса на одной оси проходят разные расстояния, поэтому нужно менять скорость вращения пары. В этой части, функции дифференциала используются в конструкции трансмиссии (которая устанавливается на ведомую шестерню). В результате основная

трансмиссия питает вращение элементов привода не непосредственно, но через дифференциал.

Главная передача делится по типу и расположению зубчатых колес.

Существуют следующие типы главных передач: конические и гипоидные, одинарные, двойные, цилиндрические и червячные, центральные и двойные по расстоянию, двойные и двухступенчатые.

Основные характеристики основных типов зубчатых колес и модель зацепления зубьев между ними. Следующий тип коробки передач в основном используется в автомобилях:

Цилиндрический

Конический

Гипоидный

Червячный



Рис.1.4 Виды главных передач.

Цилиндрическая шестерня используется в главных передачах и переднеприводных автомобилях. Нет необходимости менять направление вращения и позволяет использовать такую коробку передач. Зубья на шестерне косые или Шевронные.

Передаточное отношение такой коробки передач находится в диапазоне 3,5-4,2. Большое передаточное число не используется, так как необходимо увеличить размер шестерни, это сопровождается увеличением шума передачи.

Конические, гипоидные и червячные шестерни используются там, где необходимо только изменить передаточное отношение, но изменить направление вращения.

Конические редукторы часто используются на грузовых автомобилях. Их свойства сводятся к тому, что оси зубчатых колес пересекаются, то есть они находятся на одном уровне. Это зубчатые колеса с использованием косых или криволинейных зубьев. На легковых автомобилях этот тип коробки передач не используется из-за значительных габаритных размеров и повышенного шума.

Одинарный механизм главной передачи - это основная, используемая в легковых автомобилях и легких грузовых автомобилях. Основная гипоидная передача широко используется, она имеет несколько важных преимуществ по сравнению с основной конической: повышенная несущая способность контактного напряжения, большая плавность и бесшумность работы. Использование гипоидной основной передачи обусловлено наличием гипоидного смещения E , что является фактором, расширяющим возможности компоновки.

Заднеприводные автомобили Центральные двойные ГП исполняют по следующим схемам: 1) 1-ая ступень коническая-гипоидная, 2-ая ступень - цилиндрическая; 2) 1-ая ступень коническая-гипоидная-червячная, 2-ая ступень - планетарная; 3) 1-ая ступень планетарная, 2-ая – коническая-гипоидная.

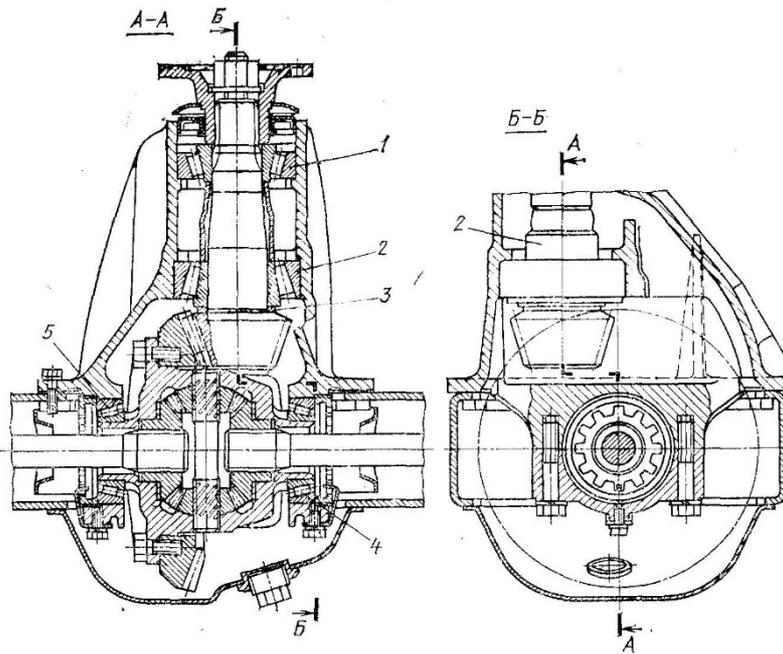


Рис. 1.5. Одинарная гипоидная главная передача автомобиля

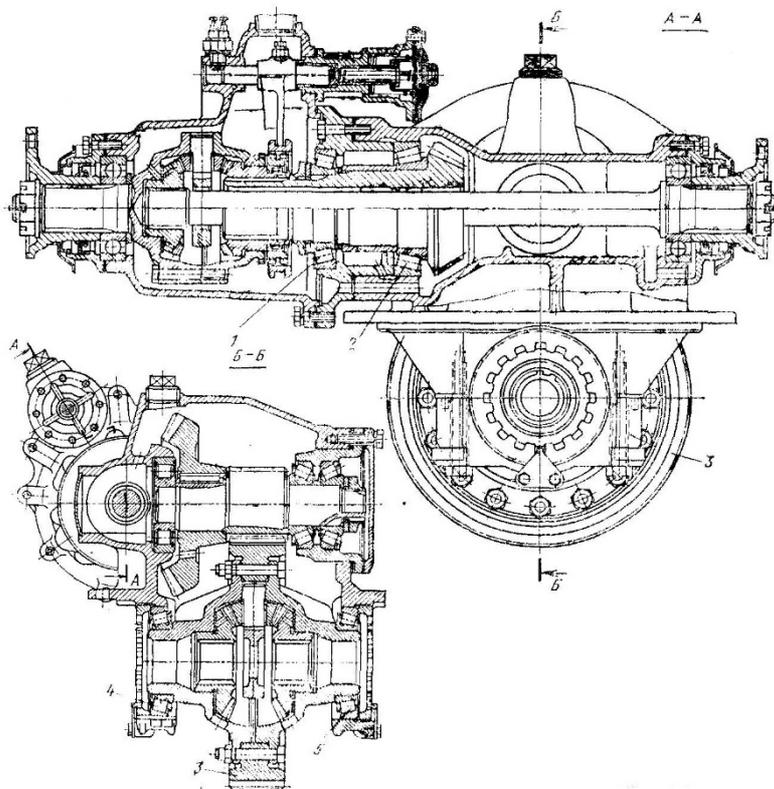


Рис. 1.6. Центральная двойная главная передача Г-образного типа

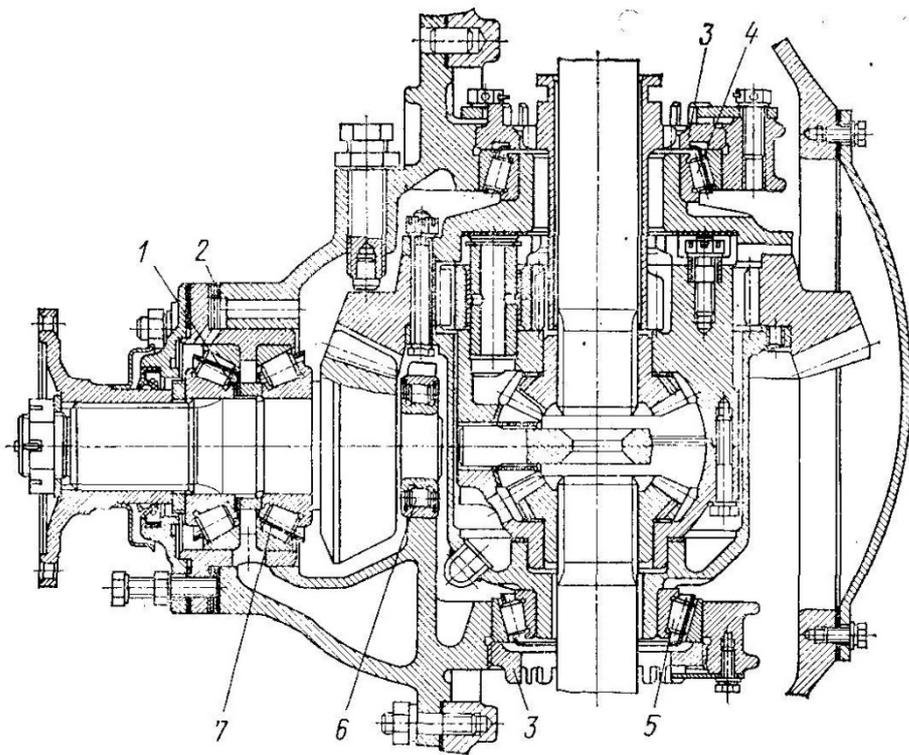


Рис. 1.7. Двухступенчатая главная передача

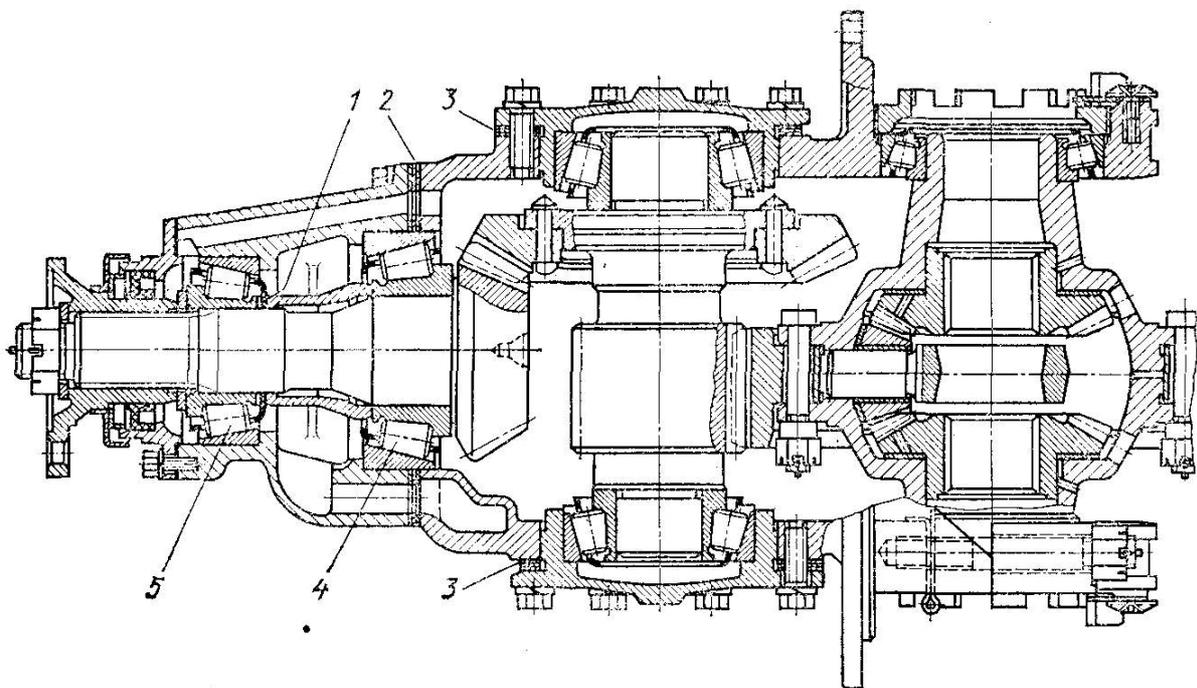


Рис. 1.8. Центральная двойная главная передача.

1.2 Описание конструкции главной передачи

Основная трансмиссионная конструкция состоит из пары конических зубчатых колес. Ведущая шестерня выполнена в виде приводного вала оборудования, запускающего оборудование, оборудование выполнено в виде конического зубчатого венца, который затем привинчивается к дифференциальному фланцу.

Конический дифференциал с двумя сателлитными шестернями, которые установлены на валу и которые удерживаются в корпусе дифференциала с помощью стопорного кольца. На участке, где канавки прорезаются, там лучше смазка на поверхности, которые соприкасаются друг с другом, особенно на сателлитах, и на участке.

Зубчатые колеса среднего вала упираются в латунь на конце шайб, и выбрать по толщине осевое смещение всех зубчатых колес нельзя, т.е. нельзя регулировать; оно не должно быть больше 0.1 мм.

Корпус дифференциала выполнен из конических роликов, в качестве опор, а нагрузка на них так же регулируется подбором толщины регулировочного кольца.

1.3 Тенденции развития главных передач

Главным передачам выдвигается немало требований, основными из которых являются:

1. Надежность;
2. Минимальная потребность в обслуживании;
3. Высокие показатели КПД;
4. Плавность и бесшумность;
5. Минимально возможные габаритные размеры.

Конечно, идеального выбора нет, поэтому проектировщикам приходится искать компромиссы при выборе основного типа.

Отказаться от использования основной трансмиссии в конструкции трансмиссии пока не представляется возможным, поэтому все разработки направлены на улучшение эксплуатационных показателей.

Примечательно, что изменение рабочих параметров коробки передач является одним из основных видов конфигурации трансмиссии. Установив комплекты с измененным передаточным отношением, можно существенно повлиять на динамику автомобиля, максимальную скорость.

Наконец, стоит упомянуть конструктивные особенности роботизированной коробки передач с двойным сцеплением, которые влияют на основное трансмиссионное устройство. В такой коробке передач парные и непарные комплекты разделены, поэтому есть два выхода. И каждый из них передает вращение на свою главную зубчатую передачу. То есть в таких редукторах ведущих шестерен две, а ведомых-всего одна.

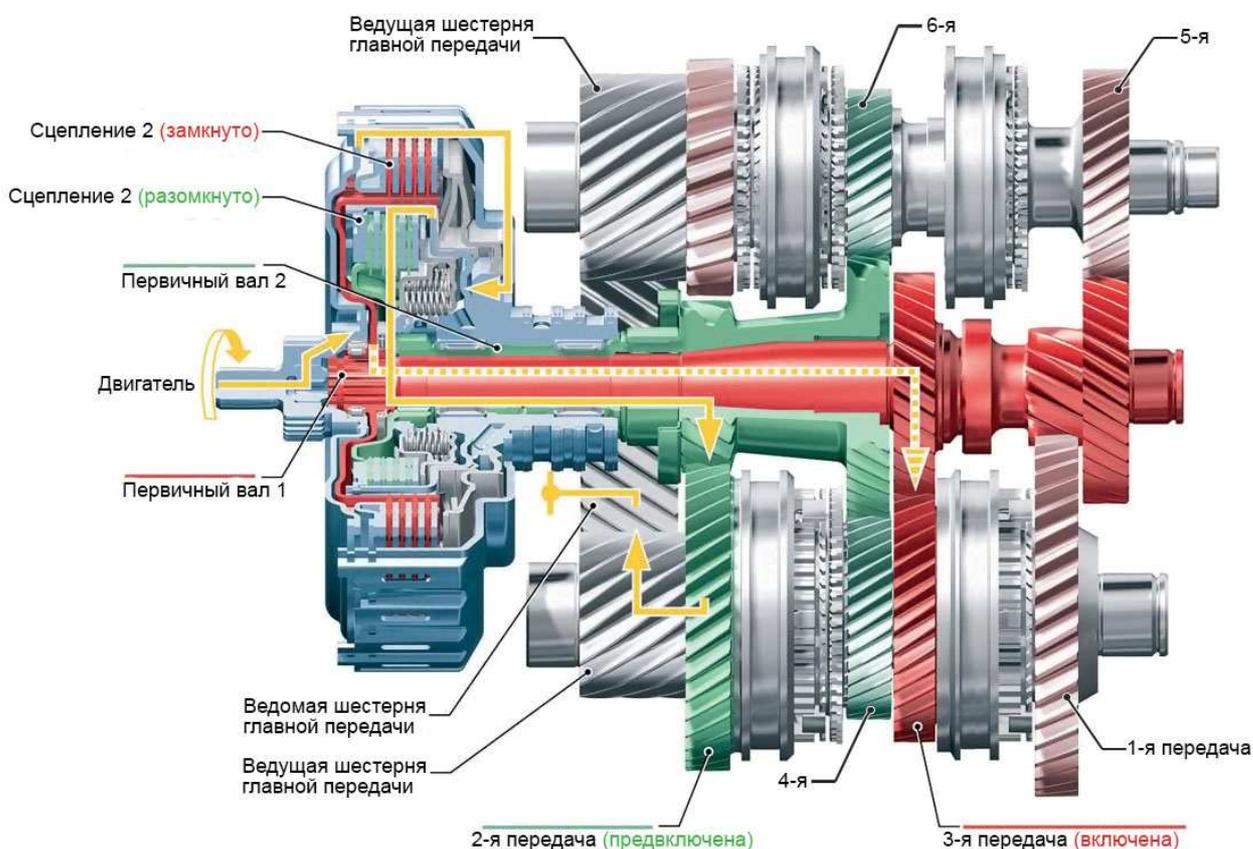


Рис.1.9. Схема коробки передач DSG

Эта конструктивная особенность позволяет сделать передаточное отношение на коробке передач изменчивым. Для этого достаточно просто использовать ведущие шестерни с разным количеством зубьев. Например, при использовании ряда несовместимых передач одна передача, обеспечивающая

более высокое передаточное отношение, используется для увеличения тягового усилия, в то время как передача в парном ряду имеет более низкое значение этого параметра.

1.4 Обоснование вносимых конструктивных изменений

Основной задачей проекта является улучшение ходовых качеств при сохранении общей компоновочной схемы и при минимальных изменениях конструкции привода ведущих колес. Данная цель достигается внедрением блокировки дифференциала в приводе ведущих задних колес, что дает повышенную проходимость автомобиля, которую можно применить включив из салона данную блокировку нажатием кнопки. Блокировка включается посредством электромагнита, который и осуществляет блокировку дифференциала.

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Сегодня на российском автомобильном рынке наблюдается очень большая концентрация легковых автомобилей. Помимо наших производителей есть и автомобили зарубежных производителей. В это время полный захват российского рынка иностранными производителями во многом обусловлен тарифами таможни. Но многие автогиганты выходят из этой ситуации, размещая производство и сборку своих автомобилей на территории России. То же самое касается Daewoo, Daewoo, который объединяет сборки в Ростове-на-Дону и Узбекистане, KIA (в Калининградской области), Hyundai (Ижмаш), Renault (АЗЛК), Fiat (газ), Ford (Беларусь). Большинство этих автомобилей этих марок создают жесткую конкуренцию автомобилям ВАЗ.

Автомобили ВАЗ занимают низкие и слабые позиции на внешнем рынке, особенно в развитых странах, в отрасли. Последние 15-20 лет LADA активно заменяет "корейские", а также автомобили малазийского производства и Skoda.

Другие производители снижают цены на автомобили, а также выбирают покупателей из отечественного автопрома. Жесткая конкуренция на европейском рынке привела к тому, что оборудование, ранее установленное на автомобилях в качестве опции за дополнительную плату, было установлено в большинстве автомобилей как стандарт без существенного увеличения их стоимости. Это в основном относится к подушкам безопасности и рулевому управлению с усилителем.

Для успешной конкуренции на ВАЗ принимаются меры по повышению конкурентоспособности автомобилей нашей компании.

Основная цель работы – улучшение ходовых качеств проектного автомобиля.

«2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

Число ведущих колес.....	$n_k = 4$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1210$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 38,89$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 650$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,56$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,34$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,014$
Число передач в коробке передач.....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	45
задняя ось.....	55
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

2.1.2. Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

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

где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;»[2]

$$\ll G_0 = m_0 \cdot g = 1210 \cdot 9,807 = 11866 \text{ Н} \quad (2.1)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (2.2)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (2.3)$$

$$G_A = 11866 + 3678 + 490 = 16034 \text{ Н} \quad (2.4)$$

$$G_1 = G_A \cdot 45 = 16034 \cdot 45 = 7216 \text{ Н} \quad (2.5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 55 = 16034 \cdot 55 = 8819 \text{ Н} \quad (2.6)$$

б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 185/75 R16.

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2.7)$$

где r_K – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 185$ – ширина профиля, мм;

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

$d = 406,4$ – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot 406,4 + 0,75 \cdot 0,85 \cdot 185) \cdot 10^{-3} = 0,321 \text{ м}$$

2.1.3. Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.8) \gg [2]$$

«где: U_K - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость.»

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,900.

$$U_0 = (0,321 \cdot 650) / (0,900 \cdot 38,89) = 5,964$$

2.1.4. Внешняя скоростная характеристика двигателя

Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении.

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (2.9)$$

где: ψ_v - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

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

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (2.10)$$

$$\psi_v = 0,014 \cdot (1 + 38,89^2 / 2000) = 0,025$$

$$N_v = (16034 \cdot 0,025 \cdot 38,89 + 0,56 \cdot 1,293 \cdot 2,34 \cdot 38,89^3 / 2) / 0,92 = 70822$$

Вт

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (2.11)$$

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

$$N_{MAX} = 70822 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 71187 \text{ Вт} \llbracket 2 \rrbracket$$

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана:

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.12)$$

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

Определение значений крутящего момента производится по формуле:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (2.13)$$

Таблица 2.1. Внешняя скоростная характеристика»[2]

«Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1003	105	13,8	131,2
1400	147	19,9	135,8
1800	188	26,3	139,3
2200	230	32,7	141,9
2600	272	39,0	143,3
3000	314	45,2	143,7
3400	356	50,9	143,1
3800	398	56,3	141,4
4200	440	61,0	138,6
4600	482	65,0	134,8
5000	524	68,1	130,0
5400	565	70,2	124,1
5800	607	71,1	117,1
6200	649	70,8	109,1

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (2.14)»[2]$$

«2.1.5. Определение передаточных чисел коробки передач

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

В соответствии с этим должны выполняться следующие условия:

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (2.15)$$

где: ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма (

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

$$\psi_{MAX} = 0,025 + 0,30 = 0,325 \quad (2.16)$$

$$U_1 \geq 16034 \cdot 0,325 \cdot 0,321 / (143,7 \cdot 0,92 \cdot 5,964) = 2,119$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (2.17)$$

где: $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 7216 \cdot 0,9 = 6494$ Н, m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).

$$U_1 \leq 6494 \cdot 0,8 \cdot 0,321 / (143,7 \cdot 0,92 \cdot 5,964) = 5,223$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 5,200$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен:

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (5,200 / 0,900)^{1/4} = 1,550 \quad (2.18)$$

$$U_2 = U_1 / q = 5,200 / 1,550 = 3,354; \quad (2.19)$$

$$U_3 = U_2 / q = 3,354 / 1,550 = 2,163; \quad (2.20)$$

$$U_4 = U_3 / q = 2,163 / 1,550 = 1,395; \quad (2.21)$$

$$U_5 = 0,900 \quad (2.22) \gg [2]$$

«2.1.6. Скорость движения автомобиля на различных передачах

Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов колен вала:

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (2.23)$$

Таблица 2.2. Скорость автомобиля на различных передачах»[2]

«Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
1003	1,10	1,70	2,60	4,10	6,30
1400	1,50	2,40	3,60	5,70	8,80
1800	2,00	3,00	4,70	7,30	11,30
2200	2,40	3,70	5,70	8,90	13,80
2600	2,80	4,40	6,80	10,50	16,30
3000	3,30	5,00	7,80	12,10	18,80
3400	3,70	5,70	8,90	13,70	21,30
3800	4,10	6,40	9,90	15,40	23,80
4200	4,60	7,10	10,90	17,00	26,30
4600	5,00	7,70	12,00	18,60	28,80
5000	5,40	8,40	13,00	20,20	31,30
5400	5,90	9,10	14,10	21,80	33,80
5800	6,30	9,80	15,10	23,40	36,30
6200	6,70	10,40	16,20	25,10	38,80»[2]

«2.1.7. Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_k} \quad (2.24)$$

Таблица 2.3. Тяговый баланс

Скор, м/с	Ф тяги на 1 пер, Н	Ф тяги на 2 пер, Н	Ф тяги на 3 пер, Н	Ф тяги на 4 пер, Н	Ф тяги на 5 пер, Н
1003	11656	7518	4849	3128	2017
1400	12063	7781	5019	3237	2088
1800	12380	7985	5151	3322	2143
2200	12604	8130	5244	3382	2181
2600	12734	8213	5298	3417	2204
3000	12770	8237	5313	3427	2210
3400	12713	8200	5289	3411	2200
3800	12563	8103	5226	3371	2174
4200	12318	7945	5125	3305	2132
4600	11981	7727	4984	3215	2074
5000	11549	7449	4805	3099	1999
5400	11024	7111	4586	2958	1908
5800	10406	6712	4329	2792	1801
6200	9694	6252	4033	2601	1678

2.1.8. Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху:

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (2.25)»[2]$$

«Сила сопротивления качению:

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (2.26)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.27)$$

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

Таблица 2.4. Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	∑F сопр. движ-ю, Н
0	0	224	224
5	21	227	248
10	85	236	320
15	191	250	440
20	339	269	608
25	529	295	824
30	762	325	1088
35	1038	362	1400
40	1355	404	1760
45	1716	452	2167
50	2118	505	2623
55	2563	564	3127
60	3050	629	3678
65	3579	699	4278

2.1.9. Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.28) \gg [2]$$

$$\ll D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.29)$$

По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу и представляют графически.

Таблица 2.5. Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
1003	0,7270	0,4690	0,3020	0,1940	0,1240
1400	0,7520	0,4850	0,3120	0,2000	0,1260
1800	0,7720	0,4980	0,3200	0,2040	0,1270
2200	0,7860	0,5060	0,3250	0,2070	0,1260
2600	0,7940	0,5110	0,3280	0,2070	0,1230
3000	0,7960	0,5120	0,3280	0,2060	0,1190
3400	0,7920	0,5100	0,3260	0,2030	0,1130
3800	0,7830	0,5030	0,3210	0,1980	0,1060
4200	0,7670	0,4930	0,3130	0,1910	0,0960
4600	0,7460	0,4790	0,3030	0,1820	0,0850
5000	0,7190	0,4610	0,2910	0,1720	0,0730
5400	0,6860	0,4390	0,2760	0,1590	0,0590
5800	0,6470	0,4140	0,2580	0,1450	0,0430
6200	0,6020	0,3840	0,2380	0,1290	0,0250

2.1.10. Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.30)$$

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

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (2.31) \gg [2]$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (2.32)$$

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

Таблица 2.6. Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta_{\mathcal{N}} \angle$	1,841	1,367	1,170	1,088	1,054

Таблица 2.7. Ускорение автомобиля на передачах»[2]

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Ускор. на 5 пер, м/с ²
1003	3,80	3,26	2,41	1,62	1,02
1400	3,93	3,38	2,50	1,68	1,04
1800	4,04	3,47	2,56	1,71	1,04
2200	4,11	3,53	2,61	1,73	1,03
2600	4,15	3,57	2,63	1,73	1,00
3000	4,17	3,57	2,63	1,72	0,96
3400	4,15	3,55	2,61	1,69	0,89
3800	4,09	3,51	2,57	1,64	0,82
4200	4,01	3,43	2,50	1,58	0,72
4600	3,90	3,33	2,42	1,49	0,61
«5000	3,75	3,20	2,31	1,40	0,48
5400	3,58	3,05	2,18	1,28	0,34
5800	3,37	2,86	2,03	1,15	0,18
6200	3,13	2,65	1,86	1,00	0,00»[2]

«2.1.11. Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 2.8. Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
1003	0,260	0,310	0,410	0,620	0,980
1400	0,250	0,300	0,400	0,600	0,960
1800	0,250	0,290	0,390	0,580	0,960
2200	0,240	0,280	0,380	0,580	0,970
2600	0,240	0,280	0,380	0,580	1,000
3000	0,240	0,280	0,380	0,580	1,050
3400	0,240	0,280	0,380	0,590	1,120
3800	0,240	0,290	0,390	0,610	1,230
4200	0,250	0,290	0,400	0,630	1,390
4600	0,260	0,300	0,410	0,670	1,640
5000	0,270	0,310	0,430	0,720	2,070
5400	0,280	0,330	0,460	0,780	2,940
5800	0,300	0,350	0,490	0,870	5,570
6200	0,320	0,380	0,540	1,000	311,230

2.1.12. Время и путь разгона

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

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (2.33)$$

С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением»[2]

« $j = const$, которому соответствуют значения $(1/j) = const$. Эти величины можно определить следующим образом:

$$\left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (2.34)$$

где k – порядковый номер интервала.

Заменяя точное значение площади под кривой $(1/j)$ в интервале ΔV_k на значение площади прямоугольника со сторонами ΔV_k и $(1/j_{CP})_k$, переходим к приближённому интегрированию:

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (2.35)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (2.36)$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице:

Таблица 2.9. Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	197,0	1,00
0-10	515,0	2,60
0-15	956,0	4,80
0-20	1551,0	7,80
0-25	2398,0	12,00
0-30	3539,0	17,70
0-35	5064,0	25,30
0-40	7072,0	35,40
0-45	9661,0	48,30

Таким же способом производится расчет графического интегрирования для выражения $t = f(V)$ и для того, чтобы получить зависимость: путь разгона S - скорость автомобиля.»[2]

«Тогда зависимость $t = f(V)$ разделяется на временные отрезки, для которых находим значение V_{CPk} .

Площадь простого четырехугольника для отрезка Δt_k это и есть расстояние, которое автомобиль проезжает от значения t_{k-1} до значения t_k , при этом двигаясь с со скоростью $V_{CPk} = const$.

Значение площади простого четырехугольника находится так:

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (2.37)$$

где $k = 1 \dots m$ – номер по порядку соответствующего отрезка, m выбираем любой ($m = n$).

Расстояние разгона, скорость V_o

$$\text{скорость } V_1: S_1 = \Delta S_1, \quad (2.38)$$

$$\text{скорость } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (2.39)$$

$$\text{скорость } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (2.40)$$

Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 2.10. Путь разгона автомобиля»[2]

«Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	49,0	2,0
0-10	288,0	14,0
0-15	839,0	42,0
0-20	1880,0	94,0
0-25	3787,0	189,0
0-30	6924,0	346,0
0-35	11880,0	594,0
0-40	19409,0	970,0
0-45	30412,0	1521,0»[2]

«2.1.13. Мощностной баланс

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

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.41)$$

N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

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

Таблица 2.11. Мощностной баланс

Скор., м/с	Мощн. на кол., кВт
1003	12,70
1400	18,30
1800	24,20
2200	30,10
2600	35,90
3000	41,50
3400	46,90
3800	51,80
«4200	56,10
4600	59,80
5000	62,60
5400	64,60
5800	65,40
6200	65,20»[2]

«Таблица 2.12. Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	1,1	1,2
10	0,8	2,4	3,2
15	2,9	3,7	6,6
20	6,8	5,4	12,2
25	13,2	7,4	20,6
30	22,9	9,8	32,6
35	36,3	12,7	49,0
40	54,2	16,2	70,4
45	77,2	20,3	97,5
50	105,9	25,3	131,2
55	140,9	31,0	172,0
60	183,0	37,7	220,7
65	232,7	45,4	278,1

2.1.14. Топливо-экономическая характеристика

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

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.42)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot H^2 - 1,728 \cdot H + 1,523 \quad (2.43)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (2.44)»[2]$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.45)$$

Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Таблица 2.13. Путь расход топлива на высшей передачи»[2]

«Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Значение И	Значение Е	Значение КИ	Значение КЕ	Значение QS
1003	6,3	0,130	0,170	1,318	1,165	5,4
1400	8,8	0,143	0,237	1,300	1,128	5,9
1800	11,3	0,162	0,304	1,274	1,097	6,5
2200	13,8	0,186	0,372	1,241	1,070	7,2
2600	16,3	0,217	0,440	1,202	1,048	8,1
3000	18,8	0,255	0,507	1,157	1,031	9,0
3400	21,3	0,300	0,575	1,108	1,019	10,0
3800	23,8	0,353	0,643	1,056	1,012	11,0
4200	26,3	0,417	0,710	1,003	1,010	12,0
4600	28,8	0,493	0,778	0,951	1,012	13,2
5000	31,3	0,583	0,846	0,907	1,019	14,4
5400	33,8	0,693	0,913	0,879	1,031	16,0
5800	36,3	0,828	0,981	0,882	1,048	18,4»[2]

2.2 « Расчет главной зубчатой пары заднего моста.

Исходные параметры для расчета на прочность зубчатой передачи:

$z_1 = 10$ - число зубьев шестерни.

$z_2 = 43$ - число зубьев колеса.

$m = 2$ - нормальный модуль, м.

$b_1 = 25$ - ширина венца шестерни, мм.

$b_2 = 25$ - ширина венца колеса, мм.

$x_1 = 0$ - коэффициент смещения шестерни.

$x_2 = 0$ - коэффициент смещения колеса.

$\beta = 16.4$ - угол наклона, град.

$Ra = 2.0$ - шероховатость поверхности, мкм.

$T_j = 120$ - постоянная нагрузка, Нм.

$n = 3700$ - частота вращения ведущего зубчатого колеса, 1/мин.

$f_{KE} = 0$ - отклонение положения контактных линий вследствие упругой деформации и зазора в подшипниках, мкм

25ХГМ - марка стали шестерни. 40Х - марка стали зубчатого колеса.

$h_{t1} = 1$ - толщина упроченного слоя шестерни.

$h_{t2} = 0$ - толщина упроченного слоя колеса.

$H_{o1} = 58$ HRC - твердость поверхности зуба шестерни. HRC -

$H_{o2} = 50$ твердость поверхности зуба колеса.

$H_{k1} = 300$ HV - твердость сердцевины зуба шестерни. HV -

$H_{k2} = 300$ твердость сердцевины зуба колеса.

$\sigma_{T1} = 1000$ - предел текучести материала шестерни, МПа.

$\sigma_{T2} = 900$ - предел текучести материала колеса, МПа.

$L_h = 1500$ - требуемая долговечность.»[5]

«Определение геометрических и кинематических параметров.

Делительный угол профиля в торцовом сечении α_t .

$$\alpha = \frac{\pi}{180} \cdot 20$$

$$\beta_{\text{www}} = \frac{\pi}{180} \cdot 16.4$$

$$\alpha_t = \text{atan} \left(\frac{\tan(\alpha)}{\cos(\beta)} \right)$$

$$\alpha_t = 20.78 \cdot \text{deg}$$

Угол зацепления $\alpha_{t\omega}$.

$$\alpha_{t\omega} = \frac{2 \cdot (z_1 + z_2) \cdot \tan(\alpha)}{z_1 + z_2} + \alpha$$

$$\alpha_{t\omega} = 20.78 \cdot \text{deg}$$

Межосевое расстояние a_{ω} .

$$a_{\omega} = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m \cdot \cos(\alpha_t)}{2 \cdot \cos(\beta) \cdot \cos(\alpha_{t\omega})}$$

$$a_{\omega} = 55.25$$

Делительные диаметры d , мм.

$$d_1 = \frac{m \cdot z_1}{\cos(\beta)}$$

$$d_1 = 20.85 \text{ [5]}$$

$$d_2 = \frac{m \cdot z_2}{\cos(\beta)}$$

$$d_2 = 89.65$$

Диаметры вершин d_a , мм.

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_1)$$

$$d_{a1} = 24.85$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_2)$$

$$d_{a2} = 93.65$$

Основные диаметры d_b , мм.

$$d_{b1} = d_1 \cdot \cos(\alpha_t)$$

$$d_{b1} = 19.49$$

$$d_{b2} = d_2 \cdot \cos(\alpha_t)$$

$$d_{b2} = 83.82$$

Углы профиля зуба в точках на окружностях вершин α_a .

$$\alpha_{a1} = \arccos \frac{(d_{b1})}{(d_1)}$$

$$\alpha_{a1} = 38.33 \cdot \text{deg} [5]$$

$$\alpha_{a2} = \arccos \frac{d_{b2}}{a2}$$

$$\alpha_{a2} = 26.49 \cdot \text{deg}$$

Составляющие коэффициента торцового перекрытия ϵ_a .

$$\epsilon_{a1} = \frac{z1 \cdot (\tan(\alpha_{a1}) - \tan(\alpha_{t\omega}))}{2 \cdot \pi}$$

$$\epsilon_{a1} = 0.65$$

$$\epsilon_{a2} = \frac{z2 \cdot (\tan(\alpha_{a2}) - \tan(\alpha_{t\omega}))}{2 \cdot \pi}$$

$$\epsilon_{a2} = 0.81$$

Коэффициент торцового перекрытия ϵ_α .

$$\epsilon_\alpha = \epsilon_{a1} + \epsilon_{a2}$$

$$\epsilon_\alpha = 1.47$$

Осовой шаг p_x .

$$p_x = \frac{\pi \cdot m}{\sin(\beta)}$$

$$p_x = 22.25 \text{ [5]}$$

«Коэффициент осевого перекрытия $\epsilon\beta$.

$$\epsilon\beta = \frac{b_2}{x}$$

$$\epsilon\beta = 1.12$$

Суммарный коэффициент перекрытия $\epsilon\gamma$.

$$\epsilon\gamma = \epsilon\alpha + \epsilon\beta$$

$$\epsilon\gamma = 2.59$$

Основной угол наклона β_b .

$$\beta_b = \arcsin(\sin(\beta) \cdot \cos(\alpha))$$

$$\beta_b = 15.39 \cdot \text{deg}$$

Эквивалентные числа зубьев z_v .

$$z_{v1} = \frac{z_1}{(\cos(\beta))^3}$$

$$z_{v1} = 11.33$$

$$z_{v2} = \frac{z_2}{(\cos(\beta))^3}$$

$$z_{v2} = 48.71 \text{ [5]}$$

«Окружная скорость v .

$$v = \frac{\pi \cdot d1 \cdot n}{60000}$$

$$v = 4.04$$

Коэффициент, учитывающий механические свойства сопряженных зубчатых колес, Z_E .

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

$$v_1 = 0.3$$

$$v_2 = v_1$$

$$E_1 = E$$

$$E_2 = E_1$$

$$Z_E := \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot \left[\frac{1 - (v_1)^2}{E_1} + \frac{1 - (v_2)^2}{E_2} \right]}}$$

$$Z_E = 191.65$$

Коэффициент, учитывающий форму сопряженных поверхностей зубьев в получе зацепления, Z_H .

$$Z_H = \frac{1}{\cos(\alpha_t)} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \cos(\beta_b)}{\tan(\alpha_{t\omega})}}$$

$$Z_H = 2.41 \text{ [5]}$$

«Коэффициент, учитывающий сумарную длину контактных линий, Z_{ε} .

Для $\varepsilon\beta \geq 1$

$$Z_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon\alpha}}$$

$$Z_{\varepsilon} = 0.83$$

Окружная сила на делительном цилиндре F_{Ht} , Н.

$$F_{Ht} = \frac{2000 \cdot T_j}{d_1}$$

$$F_{Ht} = 11511.77$$

Коэффициент, учитывающий внешнюю динамическую нагрузку, K_A

Поскольку нагрузка постоянная и в ней учтены внешние нагрузки:

$$K_A = 1$$

Проверка на резонансную зону.

При выполнении условия:

$$\frac{v \cdot z_1}{1000} < 1.4 \quad \text{- для косозубых передач.}$$

Резонансная зона далеко и определение

коэффициента K_{HV} можно проводить по формуле:

$$K_{HV} = \frac{v \cdot z_1}{1000}$$

»[5]

$$\delta_{HV} = 0.04$$

Коэффициент, учитывающий влияние вида зубчатой передачи и модификации профиля головок зубьев, δ_H .

При твердости $H1 < 350 \text{ HV}$ и $H2 < 350 \text{ HV}$ для косых зубьев:

$$\delta_H = 0.004$$

Коэффициент, учитывающий влияние разности шагов зацепления зубьев шестерни и колеса, g_0 .

Для 7-ой степени точности передачи по нормам плавности и при модуле $m = 2$:

$$g_0 = 47$$

Удельная окружная динамическая сила ω_{HV} .

$$u = 4.3$$

$$\omega_{HV} = \delta_H \cdot g_0 \cdot v \cdot \sqrt{\frac{a\omega}{u}}$$

$$\omega_{HV} = 2.72$$

Динамическая добавка v_H .

$$v_H = \frac{\omega_{HV} \cdot b_2 \cdot d_1}{2000 \cdot T_j \cdot K_A}$$

$$v_H = 0.01$$

Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении, $K_{H\alpha}$.

$$K_{H\alpha} = 1 + v_H \text{ [5]}$$

$$\langle K_{HV} = 1.01$$

Допуск на погрешность направления зуба $F\beta$, мкм.

По ГОСТ 1643-81 для 7-й степени точности по нормам контактов при ширине зубчатого венца $b_2 = 24$ мм:

$$F\beta = 9$$

Отклонение положения контактных линий вследствие погрешностей изготовления f_{kZ} , мкм.

$$f_{kZ} = 0.5 \cdot F\beta$$

$$f_{kZ} = 4.5$$

Фактическое отклонение положения контактных линий в начальный период работы передачи f_{0kY} , мкм.

$$f_{kE} = 0$$

$$f_{0kY} = f_{kE} + f_{kZ}$$

$$f_{0kY} = 4.5$$

Удельная нормальная жесткость пары зубьев C_1 , мкм.

Определяем по Рисунок 5 при $x_1=0$ и $x_2=0$:

$$C_1 = 17.4 \text{ [5]}$$

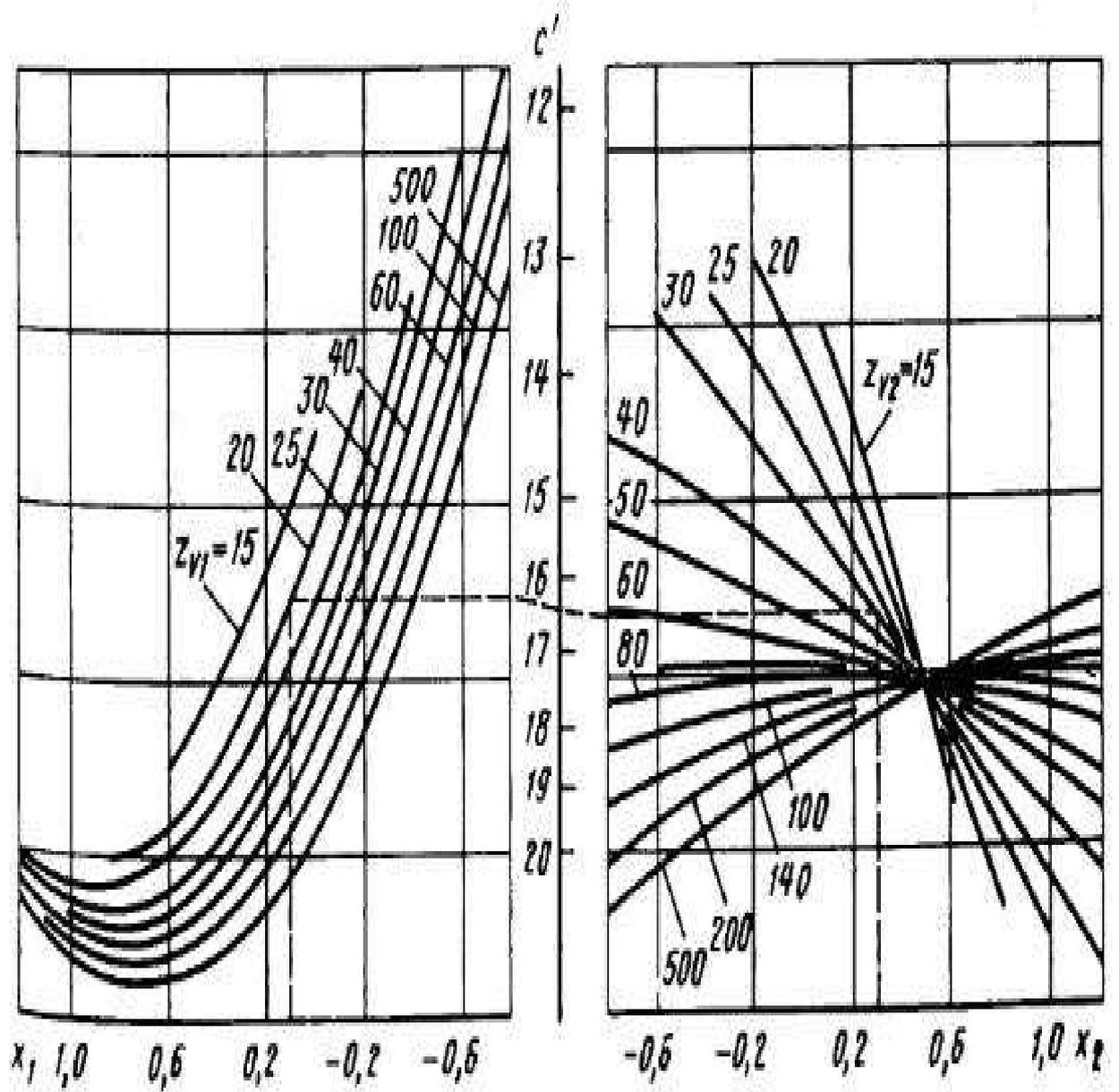


Рисунок 2.1 - Удельная нормальная жесткость пары зубьев $C1$, $\mu\text{м}$.

Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий в начальный период работы передачи, $K_{O\text{H}\beta}$.

$$K_k = 0.14$$

$$K_{O\text{H}\beta} = 1 + \frac{1.4 \cdot b_2 \cdot f_{0kY} \cdot C_1 \cdot \cos(\alpha_t)}{F_{Ht} \cdot K_A \cdot K_{HV} \cdot Z_\epsilon} \cdot K_k \frac{(b_2)}{(d_2)}$$

$$K_{O\text{H}\beta} = 1.3$$

Коэффициент, учитывающий приработку зубьев, $K_{H\omega}$.

$$H_{HV} = 300$$

$$K_{H\omega} = 1 - \frac{20}{(0.01 \cdot H_{HV} + 2)^2 \cdot (v + 4)^{0.25}}$$

$$K_{H\omega} = 0.52$$

Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий, $K_{H\beta}$.

$$K_{H\beta} = 1 + (K_{O\text{H}\beta} - 1) \cdot K_{H\omega}$$

$$K_{H\beta} = 1.16$$

Средняя удельная торцовая жесткость зубьев пары зубчатых колес C_γ , Н/(мм.мкм).

$$C_\gamma = C_1 \cdot (0.5 \cdot \epsilon_\alpha + 0.25)$$

$$C_\gamma = 17.12$$

Предельные отклонения шага зацепления f_{pb} , мкм.

По ГОСТ 1643-81 для 7-ой степени точности по нормам плавности при модуле $m = 2$ мм и соответствующих делительных диаметрах.

$$d1 = 20.85 \quad \text{мм}$$

$$d2 = 89.65 \quad \text{мм}$$

$$f_{pb1} = 15$$

$$f_{pb2} = 15$$

Предел контактной выносливости σ_{Hlim2} , МПа.

$$H_{HRC3} = 50$$

$$\sigma_{Hlim2} = 17 \cdot H_{HRC3} + 200$$

$$\sigma_{Hlim2} = 1050$$

Уменьшение погрешности шага зацепления в результате приработки,

$\gamma_{\alpha, \text{МКМ}}$.

$$\gamma_{\alpha1} = 0.075 \cdot f_{pb1}$$

$$\gamma_{\alpha1} = 1.13$$

$$\gamma_{\alpha2} = \frac{160}{\sigma_{Hlim2}} f_{pb2}$$

$$\gamma_{\alpha2} = 2.29$$

$$\gamma_{\alpha} = \frac{\gamma_{\alpha1} + \gamma_{\alpha2}}{2}$$

$$\gamma_{\alpha} = 1.71$$

Коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями, $K_{H\alpha}$.

Для косозубых передач при: $\varepsilon_{\gamma} > 2$

Коэффициент, учитывающий статическое распределение активных поверхностей зубьев; для передач с твердостью поверхностей зубьев хотя бы одного зубчатого колеса:

$$f_{pb\varepsilon} = \sqrt{(f_{pb1})^2 + (f_{pb2})^2}$$

При $H < 350$:

$$a_{\alpha} = 0.2$$

$$K_{H\alpha} = 1.5 + 0.4 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (\varepsilon_{\gamma} - 1)}{\varepsilon_{\gamma}}} \cdot \frac{C_{\gamma} \cdot b_2 \cdot (a_{\alpha} \cdot f_{pb\varepsilon} - \gamma_{\alpha})}{F_{Ht} K_A K_{H\nu} K_{H\beta}}$$

$$K_{H\alpha} = 1.54$$

должно выполняться условие:

$$1 \leq K_{H\alpha} \leq \frac{\varepsilon_{\gamma}}{\varepsilon_{\alpha} \cdot (Z_{\varepsilon})^2}$$

$$\frac{\varepsilon_{\gamma}}{\varepsilon_{\alpha} \cdot (Z_{\varepsilon})^2} = 2.59$$

Коэффициент нагрузки K_H .

$$K_H = K_A \cdot K_{H\nu} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha}$$

$$K_H = 1.79$$

Контактное напряжение σ_{H0} при $K_H = 1$, МПа.

$$\sigma_{H0} = Z_E \cdot Z_H \cdot Z_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{F_{Ht}}{b_2 \cdot d_1} \cdot \frac{u+1}{u}}$$

$$\sigma_{H0} = 1989.88$$

Расчетное контактное напряжение σ_H , МПа.

$$\sigma_H = \sigma_{H0} \cdot \sqrt{K_H}$$

$$\sigma_H = 2660.46$$

Пределы контактной выносливости σ_{Hlim} , МПа.

Для шестерни с твердостью 58 HRC.

$$H_{HRC} = 58$$

$$\sigma_{Hlim1} = 23 \cdot H_{HRC}$$

$$\sigma_{Hlim1} = 1334$$

Для зубчатого колеса с твердостью 50 HRC.

$$H_{HRC} := 50$$

$$\sigma_{Hlim2} := 17 \cdot H_{HRC} + 200$$

$$\sigma_{Hlim2} = 1050$$

Коэффициенты запаса прочности S_H .

Для шестерни и для зубчатого колеса с поверхностным упрочнением
зубьев принимаем:

$$S_{H1} = 1.2$$

$$S_{H2} = 1.2$$

Базовые числа циклов напряжений, соответствующие пределу
выносливости, N_{Hlim} .

$$H_{HB} = 470$$

$$N_{Hlim} = 30 \cdot (H_{HB})^{2.4}$$

$$N_{Hlim} = 7.77 \times 10^7$$

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 10^6$$

$$N_{Hlim1} = 77.7 \cdot 10^6$$

$$H_{HB} = 400$$

$$N_{Hlim2} = 30 \cdot (H_{HB})^{2.4}$$

$$N_{Hlim2} = 5.27 \times 10^7$$

$$N_{Hlim} \leq 120 \cdot 10^6$$

$$N_{Hlim2} = 52.7 \cdot 10^6$$

Суммарное число циклов напряжений N_k .

$$N_{K1} = 60 \cdot n \cdot L_h$$

$$N_{K1} = 3.33 \times 10^8$$

$$N_{K2} = N_{K1} \cdot \frac{z_1}{z_2}$$

$$N_{K2} = 7.74 \times 10^7$$

Коэффициент долговечности Z_N .

При $N_k > N_{Hlim}$

$$Z_{NI} = \sqrt[20]{\frac{N_{Hlim1}}{N_{K1}}}$$

$$Z_{N2} = \sqrt[20]{\frac{N_{Hlim2}}{N_{K2}}}$$

$$Z_{N1} = 0.93$$

$$Z_{N2} = 0.98$$

Коэффициент, учитывающий шероховатость сопряженных поверхностей зубьев, Z_R .

Для R_a от 2,5 до 1,25 мкм

$$Z_R = 0.95$$

Коэффициент, учитывающий окружную скорость Z_V .

При $H < 350$ HV

$$Z_{V1} = 0.85 \cdot v^{0,1}$$

$$Z_{V2} = 0.98$$

$$Z_{V1} = 1.08$$

$$Z_{V2} = 1.08$$

Коэффициент, учитывающий влияние смазки Z_L .

$$Z_L = 1$$

Коэффициент, учитывающий размер зубчатого колеса, Z_X .

$$Z_X = \sqrt{1.07 - 1 \cdot 10^{-4} d_2}$$

$$Z_X = 1.03$$

При $d < 700$ мм принимаем $Z_X = 1$.

Поскольку $d_1 < 700$ и $d_2 < 700$

$$Z_{X1} = 1$$

$$Z_{X2} = 1$$

Допускаемые контактные напряжения зубчатых колес $\sigma_{HP1}, \sigma_{HP2}$, МПа.

$$\sigma_{HP1} = \frac{\sigma_{Hlim1} \cdot Z_{N1}}{S_{H1}} Z_R \cdot Z_{V1} \cdot Z_L \cdot Z_{X1}$$

$$\sigma_{HP1} = 3060.52$$

$$\sigma_{HP2} = \frac{\sigma_{Hlim2} \cdot Z_{N2}}{S_{H2}} Z_R \cdot Z_{V2} \cdot Z_L \cdot Z_{X2} \gg [5]$$

$$\sigma_{HP2} = 2880.64$$

Допускаемое контактное напряжение передачи σ_{HP} , МПа.

$$\sigma_{HPmin} = 876.35$$

При выполнении условия:

$$\sigma_{HP} < \sigma_{HP} = 1.25 \cdot \sigma_{HPmin}$$

$$1.5 \cdot (\sigma_{HP1} + \sigma_{HP2})$$

$$\sigma_{HP} = 2970.58$$

$$1.25 \cdot \sigma_{HPmin} = 1095.44$$

В качестве σ_{HP} принимаем меньшее из этих двух значений, т.е.:

$$\sigma_{HP} = 2970.58$$

Сопоставление расчетного и допускаемого напряжений.

$$\sigma_H = 2660.46 < \sigma_{HP} = 2970.58$$

Следовательно, обеспечена усталостная выносливость по контакту.

3 Технологическая часть

Сегодня на российском автомобильном рынке наблюдается очень большая концентрация легковых автомобилей. Помимо наших производителей есть и автомобили зарубежных производителей. В это время полный захват российского рынка иностранными производителями во многом обусловлен тарифами таможни. Но многие автогиганты выходят из этой ситуации, размещая производство и сборку своих автомобилей на территории России. То же самое касается Daewoo, Daewoo, который объединяет сборки в Ростове-на-Дону и Узбекистане, KIA (в Калининградской области), Hyundai (Ижмаш), Renault (АЗЛК), Fiat (газ), Ford (Беларусь). Большинство этих автомобилей этих марок создают жесткую конкуренцию автомобилям ВАЗ.

Автомобили ВАЗ занимают низкие и слабые позиции на внешнем рынке, особенно в развитых странах, в отрасли. Последние 15-20 лет LADA активно заменяет "корейские", а также автомобили малазийского производства и Skoda.

Другие производители снижают цены на автомобили, а также выбирают покупателей из отечественного автопрома. Жесткая конкуренция на европейском рынке привела к тому, что оборудование, ранее установленное на автомобилях в качестве опции за дополнительную плату, было установлено в большинстве автомобилей как стандарт без существенного увеличения их стоимости. Это в основном относится к подушкам безопасности и рулевому управлению с усилителем.

Для успешной конкуренции на ВАЗ принимаются меры по повышению конкурентоспособности автомобилей нашей компании.

Основная цель работы – улучшение ходовых качеств проектного автомобиля.

3.1 Технологический процесс сборки главной передачи

Сборка главной передачи является неотъемлемой частью сборки заднего редуктора автомобиля. Сборка заднего редуктора автомобиля передач осуществляется с помощью подсобных инструментов – молотков, посатижей, гаечных ключей, тисков и так далее.

3.1 Составление перечня сборочных работ.

Таблица 3.1

№пп	Операционные стадии сборочной линии	Вр, τ _{оп} min
I. Узловая сборка дифференциала		
I-1	Взять коробку дифференциала с комплектом блокировки в сборе	0,07
I-2	Осмотреть коробку дифференциала со всех сторон	0,08
I-3	Установить коробку дифференциала в приспособление	0,11
I-4	Смазать все сопрягаемые поверхности трансмиссионным маслом	0,09
I-5	Взять опорные шайбы полуоси	0,07
I-6	Установить опорные шайбы полуоси	0,11
I-7	Взять шестерни полуоси	0,07
I-8	Осмотреть со всех сторон шестерни полуоси	0,08
I-9	Вставить шестерни полуоси в корпус дифференциала	0,09
I-10	Взять сателлиты	0,07
I-11	Вставить сателлиты и повернуть на 90°	0,11
I-12	Взять ось сателлитов	0,07

I-13	Осмотреть ось сателлитов со всех сторон	0,08
I-14	Продеть ось сателлитов через отверстия в корпусе дифференциала и отверстия сателлитов	0,11
I-15	Взять кольца стопорные	0,07
I-16	Установить стопорные кольца на оси сателлитов	0,11
I-17	Взять ведомую шестерню	0,07
I-18	Осмотреть ведомую шестерню со всех сторон	0,08
I-19	Установить ведомую шестерню на дифференциал совместив отверстия на корпусе дифференциала с резьбовыми отверстиями ведомой шестерни	0,11
I-20	Взять болты М10	0,07
I-21	Наживить болты в отверстия ведомой шестерни	0,09
I-22	Завернуть болты	0,11
I-23	Взять подшипники	0,07
I-24	Напрессовать подшипники на корпус дифференциала	0,11
I-25	Взять регулировочные гайки подшипников	0,07
I-26	Установить регулировочные гайки подшипников	0,09
I-27	Снять дифференциал в сборе из приспособления	0,11

I-28	Проверить качество выполненной работы и передать узел на следующую операцию	0,09
Итого:		2,46
II. Общая сборка заднего редуктора.		
II-1	Взять картер редуктора заднего	0,06
II-2	Осмотреть картер редуктора заднего со всех сторон	0,06
II-3	Установить картер редуктора заднего в приспособление	0,1
II-4	Смазать все сопрягаемые поверхности трансмиссионным маслом	0,07
II-5	Взять ведущую шестерню	0,06
II-6	Установить ведущую шестерню	0,1
II-7	Взять регулировочное кольцо ведущей шестерни	0,05
II-8	Установить регулировочное кольцо ведущей шестерни	0,06
II-9	Взять подшипник	0,07
II-10	Напрессовать подшипник	0,1
II-11	Взять втулку распорную	0,06
II-12	Установить втулку распорную	0,1
II-13	Взять подшипник	0,06
II-14	Напрессовать подшипник	0,1
II-15	Взять маслоотражатель	0,06
II-16	Установить маслоотражатель	0,1
II-17	Взять манжету	0,06

П-18	Установить манжету	0,06
П-19	Взять фланец	0,06
П-20	Установить фланец	0,1
П-21	Взять дифференциал в сборе	0,06
П-22	Установить дифференциал в сборе в картер редуктора заднего	0,1
П-23	Взять пластину	0,06
П-24	Взять следующую пластину	0,06
П-25	Взять болты М6х10 с пружинной шайбой	0,06
П-26	Установить пластины	0,07
П-27	Наживить болты и завернуть моментом 55 Н.м	0,1
П-28	Взять болты М10х1,25х50	0,07
П-29	Взять шайбы пружинные	0,07
П-30	Наживить болты с шайбами и завернуть моментом 55 Н.м	0,09
П-31	Взять шайбу	0,06
П-32	Взять гайку М16х1,5 самоконтрящуюся	0,06
П-33	Наживить гайку и завернуть моментом 65 Н.м	0,1
П-34	Снять редуктор задний в сборе из приспособления	0,05
П-35	Проверить качество выполненной работы и передать узел на следующую операцию	0,05
Всего:		2,55
Σ топ		5,01

3.2 Определение трудоемкости сборки.

Общее оперативное время на все виды работ

$$t_{\text{оп}}^{\text{общ}} = \sum t_{\text{оп}} = 5.01 \text{ мин}$$

Суммарная трудоемкость сборки изделия

$$t_{\text{шт}}^{\text{общ}} = t_{\text{оп}}^{\text{общ}} + t_{\text{оп}}^{\text{общ}} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right) = 5.01 + 5.01 \cdot 0.075 = 5.39 \text{ мин}$$

100

α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах

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

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах

$\beta = 4-6 \%$, принимаем $\beta = 5 \%$

3.3 Выбор организационной формы сборки

В нашем случае предполагается массовое производство

Такт выпуска изделий

$$T_{\text{в}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60 \cdot m}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{90000} = 2.68 \text{ мин}$$

N-годовой объем выпуска = 90000 шт в год

F_д- действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования.

Для оборудованных стендов и двух смен принимаем

F_д=4015 ч

3.4 Составление маршрутной технологии и проектирование сборочных операций

Таблица 3.2

N^{opp}		Состав операционно-технологических стадий-переходов	Необходимый инструментарий	V_p, τ_{on} min
I-005	Узловая сборка дифференциала	<p>Взять коробку дифференциала</p> <p>Осмотреть коробку дифференциала со всех сторон</p> <p>Установить коробку дифференциала в приспособление</p> <p>Смазать все сопрягаемые поверхности трансмиссионным маслом</p> <p>Взять опорные шайбы полуоси</p> <p>Установить опорные шайбы полуоси</p> <p>Взять шестерни полуоси</p> <p>Осмотреть со всех сторон шестерни полуоси</p> <p>Вставить шестерни полуоси в корпус дифференциала</p> <p>Взять сателлиты</p>	<p>Стол слесарный</p> <p>втулка технологическая, зажим, пуансон, ёмкость для масла</p>	2,68

		<p>провернуть на 90° Взять ось сателлитов</p> <p>Осмотреть ось сателлитов со всех сторон</p> <p>Продеть ось сателлитов через отверстия в корпусе дифференциала и отверстия сателлитов</p> <p>Взять кольца стопорные</p> <p>Установить стопорные кольца на оси сателлитов</p> <p>Взять ведомую шестерню</p> <p>Осмотреть ведомую шестерню со всех сторон</p> <p>Установить ведомую шестерню на дифференциал совместив отверстия на корпусе дифференциала с резьбовыми отверстиями ведомой шестерни</p> <p>Взять болты М10</p> <p>Наживить болты в отверстия ведомой шестерни</p> <p>Завернуть болты Взять подшипники</p> <p>Напрессовать подшипники на</p>		
--	--	---	--	--

		<p>корпус дифференциала</p> <p>Взять регулировочные гайки подшипников</p> <p>Установить регулировочные гайки подшипников</p> <p>Снять дифференциал в сборе из приспособления</p> <p>Проверить качество выполненной работы и передать узел на следующую операцию</p>		
II-010	Общая сборка заднего редуктора	<p>Взять картер редуктора заднего</p> <p>Осмотреть картер редуктора заднего со всех сторон</p> <p>Установить картер редуктора заднего в приспособление</p> <p>Смазать все сопрягаемые поверхности трансмиссионным маслом</p> <p>Взять ведущую шестерню</p> <p>Установить ведущую шестерню</p> <p>Взять регулировочное кольцо ведущей шестерни</p> <p>Установить регулировочное кольцо ведущей шестерни</p>	<p>Стол слесарный</p> <p>втулка</p> <p>технологическая, зажим,</p> <p>пуансон,</p> <p>ёмкость для масла</p>	2,68

		<p>Взять втулку распорную</p> <p>Установить втулку распорную</p> <p>Взять подшипник</p> <p>Напрессовать подшипник</p> <p>Взять маслоотражатель</p> <p>Установить маслоотражатель</p> <p>Взять манжету</p> <p>Установить манжету</p> <p>Взять фланец Установить фланец</p> <p>Взять дифференциал в сборе</p> <p>Установить дифференциал в сборе в картер редуктора заднего</p> <p>Взять пластину</p> <p>Взять следующую пластину</p> <p>Взять болты М6х10 с пружинной шайбой</p> <p>Установить пластины</p> <p>Наживить болты и завернуть моментом 55 Н.м</p> <p>Взять болты М10х1,25х50</p> <p>Взять шайбы пружинные</p> <p>Наживить болты с шайбами и завернуть моментом 55 Н.м</p> <p>Взять шайбу</p> <p>Взять гайку М16х1,5 самоконтрящуюся</p>		
--	--	--	--	--

		<p>Наживить гайку и завернуть моментом 65 Н.м</p> <p>Снять редуктор задний в сборе из приспособления</p> <p>Проверить качество выполненной работы и передать узел на следующую операцию</p>		
--	--	---	--	--

4 Безопасность и экологичность объекта

Сегодня на российском автомобильном рынке наблюдается очень большая концентрация легковых автомобилей. Помимо наших производителей есть и автомобили зарубежных производителей. В это время полный захват российского рынка иностранными производителями во многом обусловлен тарифами таможни. Но многие автогиганты выходят из этой ситуации, размещая производство и сборку своих автомобилей на территории России. То же самое касается Daewoo, Daewoo, который объединяет сборки в Ростове-на-Дону и Узбекистане, KIA (в Калининградской области), Hyundai (Ижмаш), Renault (АЗЛК), Fiat (газ), Ford (Беларусь). Большинство этих автомобилей этих марок создают жесткую конкуренцию автомобилям ВАЗ.

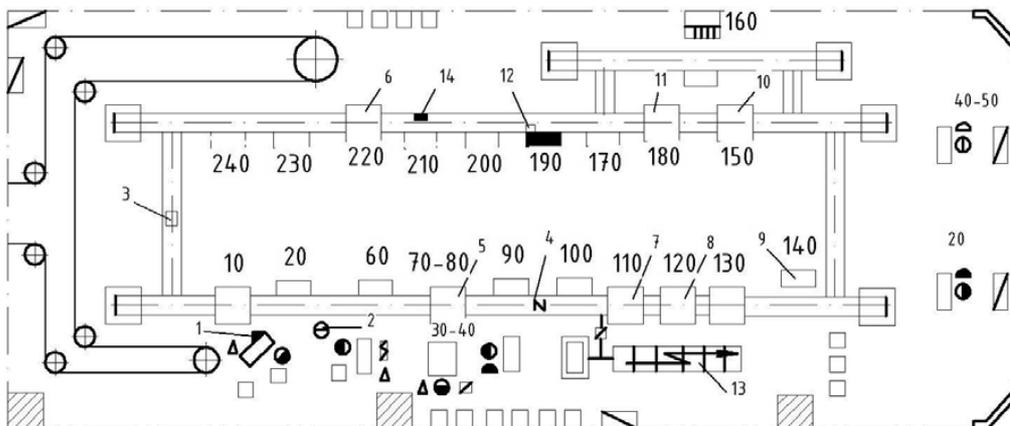
Автомобили ВАЗ занимают низкие и слабые позиции на внешнем рынке, особенно в развитых странах, в отрасли. Последние 15-20 лет LADA активно заменяет "корейские", а также автомобили малазийского производства и Skoda.

Другие производители снижают цены на автомобили, а также выбирают покупателей из отечественного автопрома. Жесткая конкуренция на европейском рынке привела к тому, что оборудование, ранее установленное на автомобилях в качестве опции за дополнительную плату, было установлено в большинстве автомобилей как стандарт без существенного увеличения их стоимости. Это в основном относится к подушкам безопасности и рулевому управлению с усилителем.

Для успешной конкуренции на ВАЗ принимаются меры по повышению конкурентоспособности автомобилей нашей компании.

Основная цель работы – улучшение ходовых качеств проектного автомобиля.

4.1 Разработка мероприятий по обеспечению безопасных условий труда на участке сборки главной передачи.



Условные обозначения



Горизонтальная циклическая лент-конвейер.



Стеллаж-полка.



Место для сборочных работ.



Бокс для запчастей.



Место рабочего.



Доступ к сжатому воздуху.



Местный свет.



Забор.



Опоры.

Ограничение объекта.



4.2 Перечень оборудования, установленного на участке сборки главной передачи.

- 1 – смазывающая установка подшипников
- 2 – смазывающая установка шестерен.
- 3 – приспособление спутник для фиксации картера.
- 4 – пневмогайковерт.
- 5 – пресс для запрессовки шестерен.
- 6 – устройство закручивания гаек.
- 7 – установка для загрузки смазки и шайб.
- 8 – пресс для запрессовки пыльников.
- 9 – установка для регулирования осевого зазора.
- 10 – спецустановка испытательная.
- 11 – смазывающая установка внутренних поверхностей чехлов.
- 12 – устройство для смазки наружных поверхностей картера.
- 13 – электрический шкаф.
- 14 – приспособление для маркировки.

4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 4.1 – Опасные и вредные производственные факторы

Типы исполняемого действия	Техническое оснащение	Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на
Запресовка подшипников и стопорных колец	Полуавтоматический аппарат	<p>1) Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>2) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов.</p> <p>3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.</p> <p>4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p>	<p>1) Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p> <p>2) Нарушения ориентации мозга, вызываает резонанс, негативно влияет на сердце и сосуды.</p> <p>3) Температурные электрические бионические</p> <p>4) Травматичность.</p> <p>5) Травматичность.</p>

		<p>б) отро та кра ев детал ей и заусенц ы на них. б)Моног онность труда</p>	<p>б) Усталость</p>
<p>Запресовка с двух сторон</p>	<p>Пресс с поворо тным столом и двуручным управлением</p>	<p>5) Повыш енное увели чение уро вня шумн ости. 6) Повыш енное увели чение уро вня колеб ательных эффек тов. 7) Увели чивающиеся показа тели напря жения в электри ческой сети. 8) Двигаю щиеся переме щающиеся объек ты и элем енты на</p>	<p>7) Негативн ое действие на слух, мозг и сердце. 1) Наруше ние вестибуля рного аппарата, вызывает резонанс, воздействи ет на сосуды. 2) Термиче ское электролит ическое биологичес кое 3) Травматиз м. 4) Травматиз</p>

		<p>8) отро та кра ев детал ей и заусенц ы на них.</p> <p>6)Монот онность труда</p> <p>7) Физич еское перенапря</p>	<p>5) Утомля емость, сонлив ость, сниж ение вним ания.</p> <p>6) Утомля е мость, стресс.</p>
<p>Определение величины дисбаланса тел вращения.</p>	<p>Балансировочны й станок “Шенк”.</p>	<p>9) Повыш енное увели чение уро вня шумн ости.</p> <p>10) Повыш енное увели чение уро вня колеб ательных эффек</p>	<p>1) Травматиз м.</p> <p>2) Ухудше ние всех систем и органов всего организма человека</p>

		<p>11) Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>12) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов.</p> <p>13) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.</p> <p>14) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на</p>	<p>9) Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p> <p>10) Нарушения ориентации мозга, вызываает резонанс, негативно влияет на сердце и сосуды.</p> <p>11) Температурные электрические бионические</p> <p>12) Травматичность.</p>
		<p>8) Перегрузка мышц</p>	<p>14) Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p>

		9) Усталость глаз	9) Снижение зрения, переутомл ение глаз,
--	--	----------------------	--

4.4 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке

1. Организационные мероприятия

В целях охраны труда рабочие и служащие должны быть уведомлены о том, что безопасность, промышленная гигиена,

"Пожарные и другие правила охраны труда.

Существует несколько типов инструкций:

- Все новые абитуриенты, предприятия, а также бывшие в употреблении студенты и студенты, прибывшие на практику, должны были пройти начальное образование. Его проводил инженер по охране труда.

- Начальная учебная работа проводится на всех вновь поступивших предприятиях, при переводе из одной секции в другую, прикомандированных и т.д.

- Повторное обучение проводится не менее чем через полгода. Целью данной инструкции является восстановление в памяти правил работы по охране труда, а также анализ конкретных нарушений практики работы магазина или предприятия.

- При изменении технического процесса, изменении правил охраны труда, введении нового оборудования, за нарушение работниками требований охраны труда, которое может привести или привело к травме, несчастному случаю, взрыву или пожару; при перерывах в работе-работа, требующая дополнительных требований охраны труда не более 30 календарных дней, при других работах– 60 календарных дней.

Выбор специалиста важен для гарантирования безопасности труда, целью которого является выявление лиц, непригодных по своим физическим и

антропометрическим данным для участия в том или ином процессе.

На рабочих и служащих, в свою очередь, также возлагаются следующие обязанности: соблюдение инструкций по охране труда, установленных требований

Управление машинами и механизмами и использование средств индивидуальной защиты.

Рабочий день будет проходить с 7: 00 в 15-45, с перерывом на обед с 11: 00 до 11: 45.

График рабочей недели: 5 рабочих дней в неделю, суббота и воскресенье-выходные дни.

Чтобы обеспечить хорошую производительность и поддерживать здоровье профессиональных пользователей, необходимо установить контрольный перерыв во время рабочей смены. Сотрудникам участка, учитывая их трудовую категорию и уровень тяжести, контрольные перерывы должны устанавливаться через два часа после начала рабочей смены и 1,5-2,0 часа обеденного перерыва через 15 минут или каждые 10 минут после каждого часа работы.

Во время контрольных перерывов меньше нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устраняется влияние гиподинамии и гипокинезии, предотвращается развитие постнатального утомления, необходимо осуществлять физическую нагрузку минут полного воздействия или физических перерывов. Для этого необходимо оборудовать специальное помещение для психологической разгрузки.

2. Мероприятия проекта

1. Применение строительной техники должно соответствовать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих Правил и обеспечивать последовательность функционирования технического процесса.

2. Использование строительной техники, сырья, заготовок, деталей, агрегатов, готовой продукции, отходов производства и упаковки в производственных помещениях и на рабочем месте не должно представлять опасности для персонала.

3. Расстояние между узлами оборудования, а также между устройством и

стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующего качества технического проектирования, строительных норм и правил.

4. Размещение цехов и перестройка существующей технологии работы оборудования должны быть отражены в техническом плане. Техническое планирование проекта и вновь построенных цехов, секций и категорий должно быть утверждено местными органами государственного санитарно-пожарного надзора.

5. При размещении строительной техники, организации транспортировочного прохода, распределении агрегатов, узлов, деталей и материалов работы следует учитывать. Ширина прохода устанавливается в зависимости от размера транспортируемого материала и

Транспортные средства и принимаются в соответствии с действующим нормативным правовым актом.

6. Ширина основных проходов работ должна определяться с учетом габаритов ремонтного агрегата и обрабатываемых изделий.

7. Работы, подъездные пути, проходы и оборудование должны быть свободны и загромождены материалами, агрегатами, деталями, строительными отходами и контейнерами, которые затем собираются погрузчиками и вывозятся обычной посудой.

8. Работа должна обеспечивать удобство труда, свободу передвижения, минимальную физическую нагрузку и безопасные высокоэффективные условия труда.

9. Инструменты, приспособления и узлы должны быть рядом с работой: что левая рука слева, то правая рука справа; на этом основании размещают и принадлежности (ящики для инструментов, стеллажи и т. д.).

10. Материалы, детали, узлы, изделия труда должны быть уложены в стеллажи таким образом, чтобы обеспечить их устойчивость и легкость захвата для вас при использовании тренажеров.

11. Изготавливаться для замков должна была жесткая и прочная конструкция, отрегулированная по высоте работы с помощью подставок для них или опор для ног. Чтобы обезопасить людей в непосредственной близости от возможных травм от летящих кусков обрабатываемого материала, необходимо было иметь защитные экраны высотой не менее 750 мм и ячейку размером не более 3 рыб.

12. Установить его крупным планом со стен можно только в том случае, если в нем размещены радиатор, трубопроводы и другое оборудование.

3. Технические средства

Эффективным методом обеспечения чистоты и приемлемых параметров в рабочей зоне является вентиляция воздуха, которая включает в себя удаление загрязненного и находящегося в отапливаемом помещении приточного воздуха, а именно свежего воздуха. По способу движения воздуха воздух делится на естественный (вентиляция, аэрация), механический и комбинированный.

При необходимости управления микроклиматом участка обеспечивается искусственный (механический) регулярный обмен воздуха, а там, где организован естественный обмен воздуха (ветер).

Для защиты человека от теплового излучения при наличии устройства или участка рабочих органов, излучающих тепло интенсивности, превышающей норму, используется тепло экрана.

Необходимо убедиться в освещенности, участок оборудован комбинированной световой системой, в которой достаточное естественное освещение обеспечивается искусственным освещением. Участок также имеет рабочее световое оформление, общее выполнение производственного процесса, прохождение людей и движения транспорта и является обязательным во всех помещениях.

Безопасное передвижение рабочих на объекте-последний оборудован бамперными устройствами.

Производство, процесс демпфирование вибрации используется для борьбы с

вибрацией. Этот процесс основан на низком уровне вибрации защищаемого объекта путем преобразования энергии механических колебаний этой колебательной системы в тепловую энергию. Увеличение потерь энергии в системе осуществляется с использованием в качестве конструкционного материала высокого внутреннего трения: резины, пластмассы, дерева, нейлона, сплавов с добавками никеля, меди, магния; нанесением слоя упруго-вязкого материала с высокими потерями внутреннего трения на вибрирующую поверхность. Также используется метод виброгашения - он осуществляется при установке оборудования на фундамент.

Для борьбы с шумом на строительной площадке используйте средства индивидуальной защиты (наушники и беруши).

4. Средства индивидуальной защиты

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

5. Инструкция слесаря МСР

Общие положения

1. Лица прошедшие следующие испытания позволяют работать самостоятельно на оборудовании:

- Начальное образование;
- Уведомление о пожарной безопасности;
- Начальное обучение на рабочем месте;
- Курсы по электробезопасности и работе по проверке совместимости ее содержания.

2. Рабочие должны иметь:

- Повышение квалификации по технике безопасности труда не реже одного раза в три месяца;

- Древнее Примечание: при изменении технического процесса или правил охраны труда, замене или модернизации производственного оборудования, приборов и инструментов, изменении правил и профсоюзов, нарушении инструкций по охране труда, перерывах в работе более 60 календарных дней;

- диспансерное медицинское обследование-ежегодно.

3. Рабочие должны быть:

- Соблюдать установленные на предприятии правила внутреннего трудового распорядка;

- Соблюдать требования настоящей инструкции, инструкции по мерам пожарной безопасности, инструкции по электробезопасности;

- Которые отвечают требованиям, предъявляемым к эксплуатации оборудования;

- Намерены использовать и беречь выданные средства индивидуальной защиты.

4. Рабочие должны быть:

- Уметь оказывать первую помощь (доврачебную) пострадавшему в результате несчастного случая;

- Знать расположение объектов первой медицинской помощи, первичного противопожарного оборудования, главных и аварийных выходов, путей эвакуации в случае аварии или пожара;

- Показывайте только назначенную работу и не передавайте ее другим без разрешения мастера или начальника цеха;

- Во время работы внимание, отсутствие внимания или внимания других людей, не позволяйте людям, связанным с работой, входить в работу;

- держите рабочее место в чистоте и порядке.

5. Работники должны знать и соблюдать правила личной гигиены. Ешьте, курите, а остальное просто отведенные места и зоны. Воду пьют только в специально разработанных установках.

4.5 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайное положение, в результате возникновения которого возникает угроза жизни, здоровью, имуществу населения, экономике и окружающей среде. Во-первых, разработаны технические и организационные меры, снижающие возможность реализации опасного потенциала современных технических систем.

Для этого в технических системах установлены щиты-средства взрывозащиты и пожаротушения.

Во-вторых, в направлении подготовки объекта, персонала и Службы государственного акта в чрезвычайных ситуациях необходимо создавать детальные сценарии развития и вероятности аварий и катастроф в момент конкретных объектов. Правительство РФ ввело обязательную для разработки декларацию промышленной безопасности. [21] [22]

Она содержит следующие разделы:

- Общая информация об объекте;
- Анализ рисков промышленного оборудования;
- Обеспечение готовности промышленных объектов, реагирование на чрезвычайные ситуации;
- Общественная информация.

Компонентно-распределительная компания расположена ПАО "АВТОВАЗ", и все мероприятия, которые были разработаны в этой отрасли компании, направленные на предотвращение и ликвидацию последствий аварий и чрезвычайных ситуаций, относятся именно к этой категории.

В результате работы в этом разделе мы обнаружили следующее:

- Выявлены опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при монтаже распределительной системы;
- Разработка мер по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- Разрешение категории пожарной опасности шаг - " б " – - противопожарные мероприятия.
- В категории партии по безопасности - 2. Определено в классе (помещения повышенной опасности). Разработаны мероприятия по предотвращению поражения электрическим током, а также описаны действия в случае возникновения аварийной ситуации на промышленном объекте.

5 Экономическая эффективность проекта

Сегодня на российском автомобильном рынке наблюдается очень большая концентрация легковых автомобилей. Помимо наших производителей есть и автомобили зарубежных производителей. В это время полный захват российского рынка иностранными производителями во многом обусловлен тарифами таможни. Но многие автогиганты выходят из этой ситуации, размещая производство и сборку своих автомобилей на территории России. То же самое касается Daewoo, Daewoo, который объединяет сборки в Ростове-на-Дону и Узбекистане, KIA (в Калининградской области), Hyundai (Ижмаш), Renault (АЗЛК), Fiat (газ), Ford (Беларусь). Большинство этих автомобилей этих марок создают жесткую конкуренцию автомобилям ВАЗ.

Автомобили ВАЗ занимают низкие и слабые позиции на внешнем рынке, особенно в развитых странах, в отрасли. Последние 15-20 лет LADA активно заменяет "корейские", а также автомобили малазийского производства и Skoda.

Другие производители снижают цены на автомобили, а также выбирают покупателей из отечественного автопрома. Жесткая конкуренция на европейском рынке привела к тому, что оборудование, ранее установленное на автомобилях в качестве опции за дополнительную плату, было установлено в большинстве автомобилей как стандарт без существенного увеличения их стоимости. Это в основном относится к подушкам безопасности и рулевому управлению с усилителем.

Для успешной конкуренции на ВАЗ принимаются меры по повышению конкурентоспособности автомобилей нашей компании.

Основная цель работы – улучшение ходовых качеств проектного автомобиля.

«5.1. Расчет себестоимости проектируемой конструкции.

Таблица 5.1

Наименование	Обозначение	Ед. изм.	Значение
1	2	3	4
Выпуск изделий в год	Уг.	Ш	90000
Страховой взнос в структуры ФОМС, ПФР, ФСС	Есц.	%	30
Расходы общие заводские	Ео.зав.	%	215
Коммерческие расходы	Ек.	%	5
Содержательные и эксплуатационные расходы на оборудование	Еоб.	%	194
Транспортные заготовительные расходы	Кт.зр.	%	1,45
Цеховые расходы	Ецх	%	183
Расходы на оснащение и инструменты	Еинс.	%	3
Рентабельность плана накопительного	Крнт.	%	30
Доплаты и выплаты не связанные с производством	Квп.	%	12
Премии и доплаты связанные с производством	Кпрм.	%	23
Возвратные отходы производства	Квт	%	1
Часовой тариф – 3 разряд	Ср3	ру	66,71
Часовой тариф – 4 разряд	Ср4	ру	72,24
Часовой тариф – 5 разряд	Ср5	ру	79,89
Образующие капитал инвестиции	Ки	%	8,2»[8]

«Расходы на "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M := C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{Т.зр}}{100} - \frac{K_{ВТ}}{100} \right)$$

где C_M - оптовая цена материала i -го вида,руб.;

Q_M - норма расхода материала i -го вида,кг.,м.;

$K_{Т.зр}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов,%;

$K_{ВТ}$ - коэффициент возвратных отходов,%;

Таблица 5.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

№п.п.	Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
1	Заготовки для литья ВЧ 56 ГОСТ 7293-85	кг	58,64	0,5	29,32
2	Круг 50-19 ХГН ТУ 14-1-2252-90	кг	48,93	0,4	19,572
3	Круг p10-16,4 АС14ХНГ-В- НГ	кг	46,27	0,1	4,627
	Итого				53,52
	Кт.з		1,45		0,78
	Квт		1		0,54
	Всего				54,83

$$M := 54.83 \text{»}[8]$$

«Расходы"Покупные изделия и полуфабрикаты" производится по формуле:

$$\Pi_{и} := Ц_{и} \cdot n_{и} \cdot \left(1 + \frac{K_{т.зр}}{100} \right)$$

где $C_{и}$ - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида,руб.;
 $n_{и}$ - количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида,шт.;

Таблица 5.3 - Расчет затрат на покупные изделия

№п.п.	Наименование изделия	Цена,руб.	Кол-во,шт.	Сумма, руб.
1	Кольцо стопорное	1,86	2	3,72
2	Кольцо регулировочное	1,13	1	1,13
3	Сальник полуоси	58,96	2	117,92
4	Подшипник	186,21	2	372,42
5	Болт М12х1,25	2,35	8	18,80
	Итого			513,99
	Ктз		1,45	7,45
	Всего			521,44

$$\Pi_{и} := 521.44$$

Расходы"Основная заработная плата производственных рабочих" производится по формуле:

$$З_{о} := З_{т} \cdot \left(1 + \frac{K_{пкм}}{100} \right)$$

где $Z_{т}$ - тарифная заработная плата,руб.,которая рассчитывается по формуле:

$$Z_{т} := C_{р.и} \cdot T_{и}$$

где $C_{р.и}$ - часовая тарифная ставка,руб.;
 $T_{и}$ - трудоёмкость выполнения операции,час.;
 $K_{пкм}$ - коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве,%.»[8]

«Таблица 5.4 - Расчет затрат на выполнение операций»

№п.п.	Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
1	Заготовительная	3	0,05	66,71	3,20
2	Токарная	5	0,07	79,89	5,58
3	Фрезерная	5	0,09	79,89	7,19
4	Термообработки	4	0,08	72,24	5,42
5	Шлифовальная	5	0,08	79,89	5,99
6	Слесарно-сборочная	4	0,09	72,24	6,50
7	Контрольное испытание	5	0,08	79,89	6,39
	Всего				40,28
	Премия			23	9,26
	Заработная плата				49,54

$$Z_0 := 49.54$$

Расходы "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:

$$K_{ВП} := 0.12$$

$$Z_{дп} := Z_0 \cdot K_{ВП}$$

$$Z_{дп} = 49.54 \cdot 0.12 = 5.94$$

где $K_{ВП}$ - коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве, %.

Расходы "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" выполняется по формуле:

$$E_{сц.н} := 0.30$$

$$C_{сц.н} := (Z_0 + Z_{дп}) \cdot E_{сц.н}$$

$$C_{сц.н} = (49.54 + 5.94) \cdot 0.30 = 16.65$$

где $E_{сц.н}$ - коэффициент отчислений в страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС, %;»[8]

«Расходы"Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования"выполняется по формуле:

$$E_{\text{обр}} := 1.94$$

$$C_{\text{сд.обр}} := 30 \cdot E_{\text{обр}}$$

$$C_{\text{сд.обр}} = 49.54 \cdot 1.94 = 96.11$$

где $E_{\text{обр}}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

Расходы"Цеховые расходы"выполняется по формуле:

$$E_{\text{цх}} := 1.83$$

$$C_{\text{цх}} := 30 \cdot E_{\text{цх}}$$

$$C_{\text{цх}} = 49.54 \cdot 1.83 = 90.66$$

где $E_{\text{цх}}$ - коэффициент цеховых расходов, %;

Расходы"Расходы на инструмент и оснастку"выполняется по формуле:

$$E_{\text{инс}} := 0.03$$

$$C_{\text{инс}} := 30 \cdot E_{\text{инс}}$$

$$C_{\text{инс}} = 49.54 \cdot 0.03 = 1.49$$

где $E_{\text{инстр}}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %;

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цх.с.с.}} := M + \Pi_{\text{и}} + 30 + C_{\text{сц.н}} + 3_{\text{дп}} + C_{\text{сд.обр}} + C_{\text{цх}} + C_{\text{инс}}$$

$$C_{\text{цх.с.с.}} = 54.83 + 521.44 + 49.54 + 16.65 + 5.94 + 96.11 + 90.66 + 1.49 = 836.65 \gg [8]$$

«Расходы"Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{о.завод}} := 2.15$$

$$C_{\text{о.завод}} := Z_0 \cdot E_{\text{о.завод}}$$

$$C_{\text{о.завод}} = 49.54 \cdot 2.15 = 106.51$$

где $E_{\text{о.завод}}$ - коэффициент общезаводских расходов, %;

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{о.зав.с.с.}} := C_{\text{о.завод}} + C_{\text{цх.с.с.}}$$

$$C_{\text{о.зав.с.с.}} = 106.51 + 836.65 = 943.16$$

Расходы"Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{к}} := 0.05$$

$$C_{\text{к}} := C_{\text{о.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{к}}$$

$$C_{\text{к}} = 943.16 \cdot 0.05 = 47.16$$

где $E_{\text{к}}$ - коэффициент коммерческих расходов, %;

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{п.пр.}} := C_{\text{о.зав.с.с.}} + C_{\text{к}}$$

$$C_{\text{п.пр.}} = 943.16 + 47.16 = 990.32$$

Расчет отпускной цены для проектируемого выполняется по формуле:

$$K_{\text{рнт}} := 0.3 \quad C_{\text{п.б.}} := 975.91$$

$$C_{\text{от.б.}} := C_{\text{п.б.}} \cdot (1 + K_{\text{рнт}})$$

$$C_{\text{от.б.}} = 1268.68$$

где $K_{\text{рнт}}$ - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %;»[8]

«Таблица 5.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции.

№п.	Наименование показателей	Обознач.	Затр.на ед.изд.(стд)	Затр.на д.изд.(нов)
1	Основные материалы	М	49,50	54,83
2	Комплекующие изделия	Пи	529,41	521,44
3	Заработная плата	Зо	47,33	49,54
4	Дополнительная зар.плата	Здп	5,68	5,94
5	Страховой взнос в ПФР, ФОМС,	Ссц.н.	15,90	16,65
6	Содержательные и экспл. расходы	Сс.об	91,82	96,11
7	Цеховые расходы	Сцх	86,61	90,66
8	Расходы на оснащение и INSTR.	Синс	1,42	1,49
9	Себестоимость по цеху	Сцх.с.с.	827,68	836,65
10	Общие заводские расходы	Соб.зав	101,76	106,51
11	Себестоимость по заводу	Соб.зав.с.с.	929,44	943,16
12	Коммерч. расходы	Ск	46,47	47,16
13	Себестоимость	Спол	975,91	990,32
14	Цена	Цот	1268,68	1268,68

Цот.пр. = 1268.68»[8]

«Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$Зперуд := M + \Pi и + Зо + Здп + C_{\text{сц.н}}$$

$$Зперуд = 54.83 + 521.44 + 49.54 + 5.94 + 16.65 = 648.4$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Зпер := Зперуд \cdot V_{\Gamma} \qquad V_{\Gamma} := 90000$$

$$Зпер = 648.4 \cdot 90000 = 58356021.6$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия: Амортизационные

отчисления, руб. :

$$НА := 13$$

$$Ам.у := \frac{(C_{\text{сд.об}} + C_{\text{инс}}) \cdot НА}{100}$$

$$Ам.у = ((96.11 + 1.49) \cdot 13) / 100 = 12.69$$

здесь $НА$ - доля амортизационных отчислений, %;

$$Зпосуд := \frac{(C_{\text{с.об}} + C_{\text{инс}}) \cdot (100 - НА)}{100} + C_{\text{цх}} + C_{\text{о.завод}} + C_{\text{к}} + Ам.у$$

$$Зпосуд = ((96.11 + 1.49) \cdot (100 - 13)) / 100 + 90.66 + 106.51 + 47.16 + 12.69 = 341.92$$

на годовую программу выпуска:

$$Зпос := Зпосуд \cdot V_{\Gamma}$$

$$Зпос = 341.92 \cdot 90000 = 30772904.58 \text{ [8]}$$

«Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{п.г.} := C_{пол.пр.} \cdot V_{г}$$

$$C_{п.г.} = 990.32 \cdot 90000 = 89128926.18$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выр := Ц_{от.пр.} \cdot V_{г}$$

$$Выр = 1268.68 \cdot 90000 = 114181470$$

Расчет маржинального дохода:

$$Д_{мрж} := Выр - З_{пер}$$

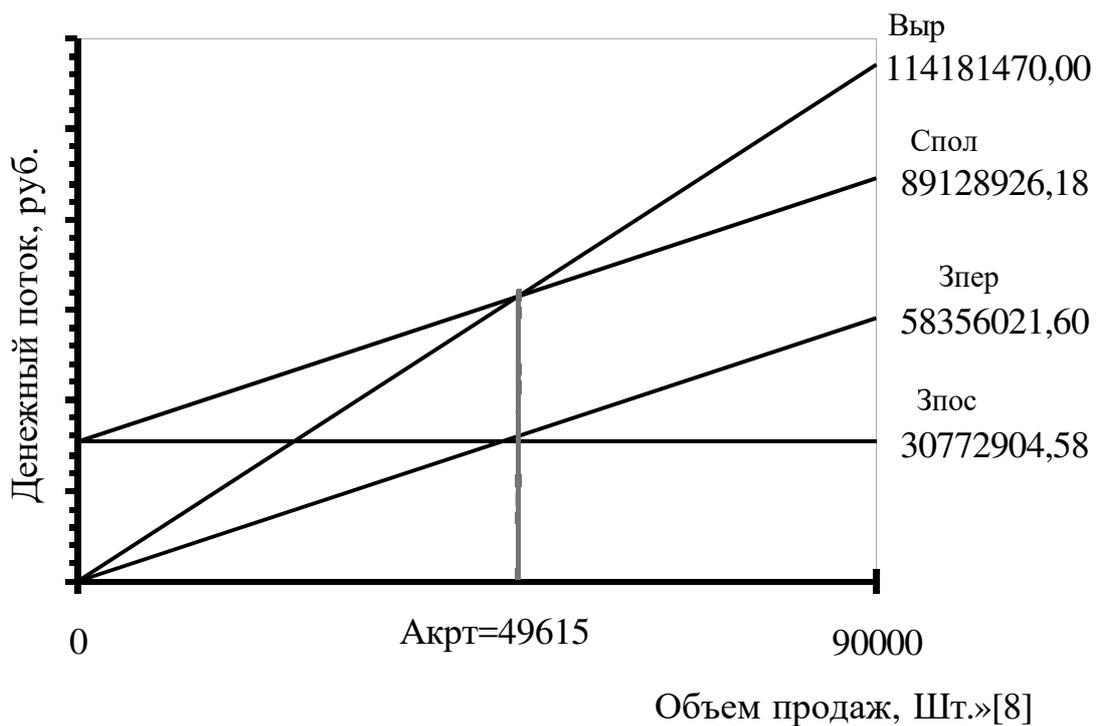
$$Д_{мрж} = 114181470 - 58356021.6 = 55825448.4$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{крт} := \frac{З_{пос}}{Ц_{от.пр.} - З_{перуд}}$$

$$A_{крт} = 30772904.58 / (1268.68 - 648.4) = 49611.09 \sim 49615$$

График точки безубыточности.



«Расчет коммерческой эффективности»

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

$$V_{\Gamma} := 90000$$

$$A_{\text{крт}} := 49615$$

$$V_{\text{МК}} := V_{\Gamma}$$

$$n := 6$$

$$\Delta := \frac{V_{\text{МК}} - A_{\text{крт}}}{n - 1}$$

$$\Delta = 8077$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$C_{\text{от}} := C_{\text{от.пр.}}$$

$$C_{\text{от}} = 1268.68$$

$$V_{\text{пр1}} := A_{\text{крт}} + \Delta$$

$$V_{\text{пр1}} := 49615 + 8077 = 57692$$

$$V_{\text{пр2}} := A_{\text{крт}} + 2\Delta$$

$$V_{\text{пр3}} := A_{\text{крт}} + 3\Delta \quad V_{\text{пр2}} = 65769$$

$$V_{\text{пр4}} := A_{\text{крт}} + 4\Delta \quad V_{\text{пр3}} = 73846$$

$$V_{\text{пр5}} := A_{\text{крт}} + 5\Delta \quad V_{\text{пр4}} = 81923$$

$$V_{\text{пр5}} = 90000 \text{»}[8]$$

«Выр по годам:

$$\text{Выр}_1 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_1$$

$$\text{Выр}_1 := 1268.68 \cdot 57692 = 73192859.64$$

$$\text{Выр}_2 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_2$$

$$\text{Выр}_3 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_3 \quad \text{Выр}_2 = 83440012.23$$

$$\text{Выр}_4 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_4 \quad \text{Выр}_3 = 93687164.82$$

$$\text{Выр}_5 := \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_5 \quad \text{Выр}_4 = 103934317.41$$

$$\text{Выр}_5 = 114181470.00$$

Переменные затраты по годам(определяется для базового и проектного вариантов.

для базового варианта:

$$\text{M} := 49.50 \quad \text{Пи} := 529.41 \quad \text{Зо} := 47.33$$

$$\text{Здп} := 5.68 \quad \text{C}_{\text{сц}} := 15.90$$

$$\text{Зперудб} := \text{M} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Здп} + \text{C}_{\text{сц}} \quad \text{Зперудб} = 647.82$$

$$\text{Зперб1} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_1$$

$$\text{Зперб1} := 647.82 \cdot 57692 = 37374031.44$$

$$\text{Зперб2} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_2$$

$$\text{Зперб2} = 42606473.58$$

$$\text{Зперб3} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_3$$

$$\text{Зперб3} = 47838915.72$$

$$\text{Зперб4} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_4$$

$$\text{Зперб4} = 53071357.86$$

$$\text{Зперб5} := \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_5$$

$$\text{Зперб5} = 58303800.00 \text{»}[8]$$

«для проектного
варианта: $Z_{перудпр}$
:= $Z_{перуд}$ $Z_{перудпр}$
= 648.4

$$Z_{перпр1} := Z_{перудпр} \cdot V_{пр1}$$

$$Z_{перпр1} := 648.4 \cdot 57692 = 37407506.65$$

$$Z_{перпр2} := Z_{перудпр} \cdot V_{пр2}$$

$$Z_{перпр2} = 42644635.38$$

$$Z_{перпр3} := Z_{перудпр} \cdot V_{пр3}$$

$$Z_{перпр3} = 47881764.12$$

$$Z_{перпр4} := Z_{перудпр} \cdot V_{пр4}$$

$$Z_{перпр4} = 53118892.86$$

$$Z_{перпр5} := Z_{перудпр} \cdot V_{пр5}$$

$$Z_{перпр5} = 58356021.60$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{с.об.} := 91.82$$

$$C_{цх.} := 86.61$$

$$C_{инс.} := 1.42$$

$$C_{об.зав.} := 101.76$$

$$C_{к.} := 46.47$$

$$Z_{посудб} := C_{с.об.} + C_{инс.} + C_{цх.} + C_{об.зав.} + C_{к.}$$

$$Z_{посудб} = 328.08$$

$$Z_{посб} := Z_{посудб} \cdot V_{Г}$$

$$Z_{посб} = 29527200$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Z_{поспр} := Z_{пос}$$

$$Z_{поспр} = 30772904.58$$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{м.у} = 12.69$$

$$A_{м.} := A_{м.у} \cdot V_{Г}$$

$$A_{м.} = 1141847.46 \gg [8]$$

«Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:

$$Зполпр1 := Зпоспр + Зперпр1$$

$$Зполпр1 := 30772904.58 + 37407506.65 = 68180411.23$$

$$Зполпр2 := Зпоспр + Зперпр2$$

$$Зполпр2 = 73417539.96$$

$$Зполпр3 := Зпоспр + Зперпр3$$

$$Зполпр3 = 78654668.7$$

$$Зполпр4 := Зпоспр + Зперпр4$$

$$Зполпр4 = 83891797.44$$

$$Зполпр5 := Зпоспр + Зперпр5$$

$$Зполпр5 = 89128926.18$$

для базового варианта:

$$Зполб1 := Зпосб + Зперб1$$

$$Зполб1 := 29527200 + 37374031.44 = 66901231.44$$

$$Зполб2 := Зпосб + Зперб2$$

$$Зполб2 = 72133673.58$$

$$Зполб3 := Зпосб + Зперб3$$

$$Зполб3 = 77366115.72$$

$$Зполб4 := Зпосб + Зперб4$$

$$Зполб4 = 82598557.86$$

$$Зполб5 := Зпосб + Зперб5$$

$$Зполб5 = 87831000»[8]$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

$$\text{Проб}_{\text{пр.1}} := \text{Выр}_1 - \text{Зполпр1}$$

$$\text{Проб}_{\text{пр.1}} := 73192859.64 - 68180411.23 = 5012448.41$$

$$\text{Проб}_{\text{пр.2}} := \text{Выр}_2 - \text{Зполпр2}$$

$$\text{Проб}_{\text{пр.2}} = 10022472.26$$

$$\text{Проб}_{\text{пр.3}} := \text{Выр}_3 - \text{Зполпр3}$$

$$\text{Проб}_{\text{пр.3}} = 15032496.11$$

$$\text{Проб}_{\text{пр.4}} := \text{Выр}_4 - \text{Зполпр4}$$

$$\text{Проб}_{\text{пр.4}} = 20042519.97$$

$$\text{Проб}_{\text{пр.5}} := \text{Выр}_5 - \text{Зполпр5}$$

$$\text{Проб}_{\text{пр.5}} = 25052543.82$$

для базового варианта:

$$\text{Проб}_{\text{б.1}} := \text{Выр}_1 - \text{Зполб1} \quad \text{Проб}_{\text{б.1}}$$

$$:= 73192859.64 - 66901231.44 = 6291628.2$$

$$\text{Проб}_{\text{б.2}} := \text{Выр}_2 - \text{Зполб2}$$

$$\text{Проб}_{\text{б.2}} = 11306338.65$$

$$\text{Проб}_{\text{б.3}} := \text{Выр}_3 - \text{Зполб3}$$

$$\text{Проб}_{\text{б.3}} = 16321049.1$$

$$\text{Проб}_{\text{б.4}} := \text{Выр}_4 - \text{Зполб4}$$

$$\text{Проб}_{\text{б.4}} = 21335759.55$$

$$\text{Проб}_{\text{б.5}} := \text{Выр}_5 - \text{Зполб5}$$

$$\text{Проб}_{\text{б.5}} = 26350470 \text{»}[8]$$

«Налог на прибыль - 20% от налогооблагаемой прибыли по годам.

для проектного варианта:

$$Н_{п1} := \text{Проб}_{\text{пр.1}} \cdot 0.20$$

$$Н_{п1} := 5012448.41 \cdot 0.20 = 1002489.68$$

$$Н_{п2} := \text{Проб}_{\text{пр.2}} \cdot 0.20$$

$$Н_{п2} = 2004494.45$$

$$Н_{п3} := \text{Проб}_{\text{пр.3}} \cdot 0.20$$

$$Н_{п3} = 3006499.22$$

$$Н_{п4} := \text{Проб}_{\text{пр.4}} \cdot 0.20$$

$$Н_{п4} = 4008503.99$$

$$Н_{п5} := \text{Проб}_{\text{пр.5}} \cdot 0.20$$

$$Н_{п5} = 5010508.76$$

для базового варианта:

$$Н_1 := \text{Проб}_{\text{б.1}} \cdot 0.20$$

$$Н_1 := 6291628.2 \cdot 0.20 = 1258325.64$$

$$Н_2 := \text{Проб}_{\text{б.2}} \cdot 0.20$$

$$Н_2 = 2261267.73$$

$$Н_3 := \text{Проб}_{\text{б.3}} \cdot 0.20$$

$$Н_3 = 3264209.82$$

$$Н_4 := \text{Проб}_{\text{б.4}} \cdot 0.20$$

$$Н_4 = 4267151.91$$

$$Н_5 := \text{Проб}_{\text{б.5}} \cdot 0.20$$

$$Н_5 = 5270094 \gg [8]$$

«Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} := \text{Проб}_{\text{пр.1}} - \text{Нп1}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.1}} := 5012448.41 - 1002489.68 = 4009958.73$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} := \text{Проб}_{\text{пр.2}} - \text{Нп2}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.2}} = 8017977.81$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} := \text{Проб}_{\text{пр.3}} - \text{Нп3}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.3}} = 12025996.89$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} := \text{Проб}_{\text{пр.4}} - \text{Нп4}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.4}} = 16034015.97$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} := \text{Проб}_{\text{пр.5}} - \text{Нп5}$$

$$\text{Прч}_{\text{пр.5}} = 20042035.06$$

для базового варианта:

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} := \text{Проб}_{\text{б.1}} - \text{Н1}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.1}} := 6291628.2 - 1258325.64$$

$$= 5033302.56$$

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} := \text{Проб}_{\text{б.2}} - \text{Н2}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.2}} = 9045070.92$$

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} := \text{Проб}_{\text{б.3}} - \text{Н3}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.3}} = 13056839.28$$

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} := \text{Проб}_{\text{б.4}} - \text{Н4}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.4}} = 17068607.64$$

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} := \text{Проб}_{\text{б.5}} - \text{Н5}$$

$$\text{Прч}_{\text{б.5}} = 21080376$$

Расчет общественного эффекта

Экономия от повышения долговечности проектируемого узла.

$$\text{Цот}_{\text{б.}} = 1268.68$$

$$\text{Д1} := 100000$$

$$\text{Д2} := 120000$$

$$\text{Про.д.} := \text{Цот}_{\text{б.}} \cdot \frac{\text{Д2}}{\text{Д1}} - \text{Цот}_{\text{пр.}}$$

$$\text{Про.д.} = 253.74$$

где Д_1 - долговечность базовой конструкции, (тыс.км.) Д_2 - долговечность новой конструкции, (тыс.км.)»[8]

«Следовательно текущий чистый доход (накопление сальдо) по годам составит:

$$Ч1 := Прч_{пр.1} - Прч_{б.1} + A_{М.} + (Про.д. \cdot V_{пр1})$$

$$Ч1 := 4009958.73 - 5033302.56 + 1141847.46 + (253.74 \cdot 57692) = 14757075.56$$

$$Ч2 := Прч_{пр.2} - Прч_{б.2} + A_{М.} + (Про.д. \cdot V_{пр2})$$

$$Ч2 = 16802756.8$$

$$Ч3 := Прч_{пр.3} - Прч_{б.3} + A_{М.} + (Про.д. \cdot V_{пр3})$$

$$Ч3 = 18848438.04$$

$$Ч4 := Прч_{пр.4} - Прч_{б.4} + A_{М.} + (Про.д. \cdot V_{пр4})$$

$$Ч4 = 20894119.28$$

$$Ч5 := Прч_{пр.5} - Прч_{б.5} + A_{М.} + (Про.д. \cdot V_{пр5})$$

$$Ч5 = 22939800.52$$

Дисконтирование денежного потока.

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{ti} := \frac{1}{(1 + E_{cti})^t} \quad E_{ct} := 10$$

где E_{cti} - процентная ставка на капитал;

t - год приведения затрат и результатов;

$$\alpha_1 := 0.909 \quad \alpha_2 := 0.826 \quad \alpha_3 := 0.753 \quad \alpha_4 := 0.683 \quad \alpha_5 := 0.621$$

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле: $ДСП1 := Ч1 \cdot \alpha_1$

$$ДСП1 = 13414181.68$$

$$ДСП2 := Ч2 \cdot \alpha_2$$

$$ДСП2 = 13879077.11$$

$$ДСП3 := Ч3 \cdot \alpha_3$$

$$ДСП3 = 14192873.84$$

$$ДСП4 := Ч4 \cdot \alpha_4$$

$$ДСП4 = 14270683.47$$

$$ДСП5 := Ч5 \cdot \alpha_5$$

$$ДСП5 = 14245616.12 \gg [8]$$

«Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma \text{ДСП} := \text{ДСП1} + \text{ДСП2} + \text{ДСП3} + \text{ДСП4} + \text{ДСП5}$$

$$\Sigma \text{ДСП} = 70002432.23$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$\Sigma C_{\text{пол.пр.}} := 3_{\text{полпр1}} + 3_{\text{полпр2}} + 3_{\text{полпр3}} + 3_{\text{полпр4}} + 3_{\text{полпр5}}$$

$$K_{\text{и.}} := 0.082$$

$$I_o := K_{\text{и.}} \cdot \Sigma C_{\text{пол.пр.}}$$

$$I = 32248414.17$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\text{ЧДД} := \Sigma \text{ДСП} - I$$

$$\text{ЧДД} = 37754018.06$$

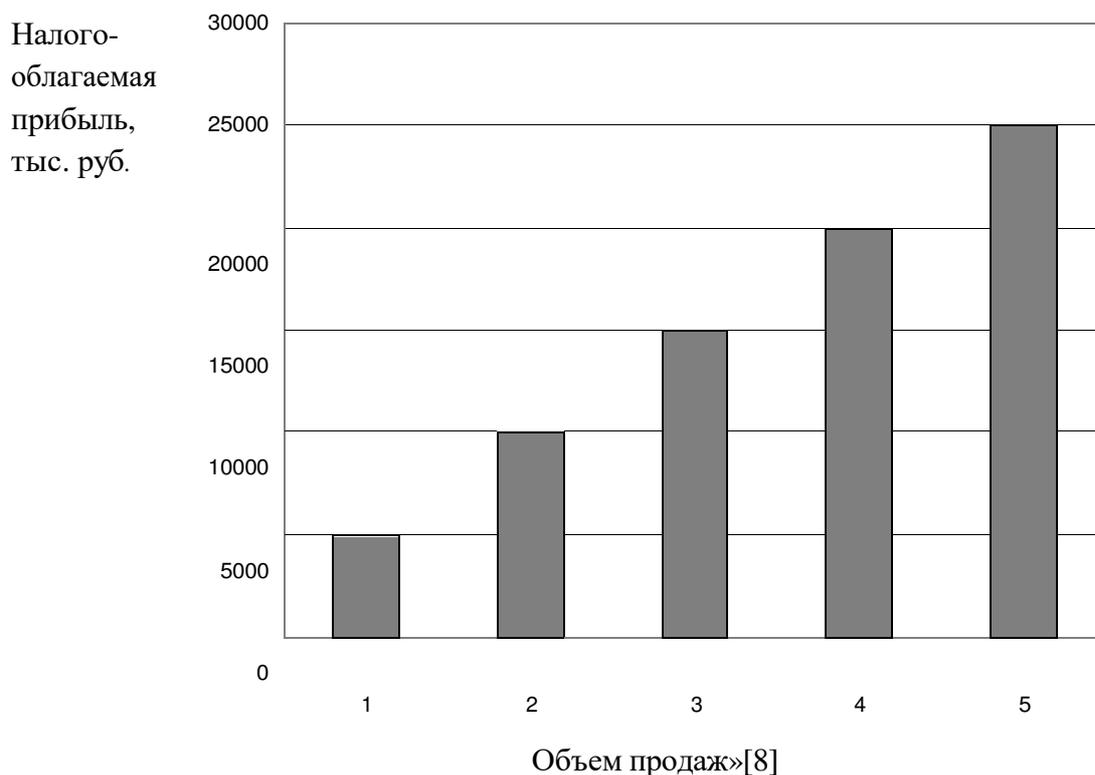
Индекс доходности.

$$ID := \frac{\text{ЧДД}}{I} \quad ID = 1.17$$

Срок окупаемости проекта.

$$T_{\text{ок}} := \frac{I_o}{\text{ЧДД}} \quad T_{\text{ок}} = 0.85$$

График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж



«Выводы и рекомендации.

В результате проведения совокупности конструкторско - технологических мероприятий увеличился ресурс главной передачи приблизительно в 1,2 раза при одновременном положительном экономическом эффекте $ID=1,17$.

При расчете экономических показателей по внедрению проектируемой конструкции главной передачи в массовое производство было определено, что себестоимость проектного варианта ниже, чем себестоимость для базового варианта, и в результате увеличения ресурса проектируемой конструкции главной передачи ожидается увеличение продаж, что является положительным экономическим показателем. Для этого произведен расчет на общественную эффективность проекта и была вычислена ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Чистый дисконтированный доход от внедрения проекта составляет 37754018,06 рубля. Срок окупаемости данного проекта равен 0,85 года, что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.»[8]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа выбора схем проектируемого узла автомобиля, конструкторского этапа проектирования и сравнения с ближайшими аналогами, технологической проработки возможности изготовления выбрана схема, наиболее удачно сочетающая решение всех отмеченных вопросов. Проектируемый вариант конструкции рассматриваемой в данном дипломном проекте дает наименьшее технологическое усложнение в производстве при реализации всех основных задач модернизации.

Экономические расчеты показывают, что с учетом всех рассмотренных аспектов сопоставимости капитальных затрат, конструкция проектируемого узла обладает очевидными преимуществами в потребительских и эксплуатационных свойствах. Дальнейшее улучшение потребительских качеств может быть достигнуто применением современных конструкционных материалов и использование последних технологических достижений в данной области. Накопленный в конструкторских подразделениях значительный опыт разработки данной конструкции позволяют предполагать появление новых технических решений на модернизированных и перспективных автомобилях ВАЗ.

Используемые в данном дипломном проекте конструкторские изменения ведут к следующему:

- удешевление автомобиля в целом, вследствие уменьшения затрат на обслуживание заднего редуктора ;
- повышение эксплуатационных свойств автомобиля.
- сохранение технических параметров автомобиля в целом , т.е. повышению конкурентной способности автомобиля в целом как на собственном рынке так и на зарубежном. При этом достигается главная задача, это положительный экономический эффект.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
2. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.- 40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
3. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
4. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
5. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. «Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления» Тольятти 1988. - 35 с.
7. Горина, Л.Н. « Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова, В.Г. « Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”.» / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. «Краткий автомобильный справочник» - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Гришкевич, А.И. «Конструкция, конструирование и расчет автомобиля» / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
12. Малкин, В.С. «Конструкция и расчет автомобиля» / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
13. Лысов, М.И. «Машиностроение» / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение, 1972.–233 с.
14. Осепчугов, В.В.; «Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета» / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.

15. Писаренко, Г.С. «Справочник по сопротивлению материалов» / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
17. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
19. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан; - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
20. Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин; - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Daniel Stapleton. How to Plan and Build a Fast Road Car / 2004.
22. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Senname, Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.
23. Colin Campbell. Automobile Gear box / 2012.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.
25. Dainius, L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. – 2 p.
26. Catalin, A., Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / A. Catalin, V. Totu Ingeniería e Investigación, 2016. – 1 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тягово-скоростные характеристики

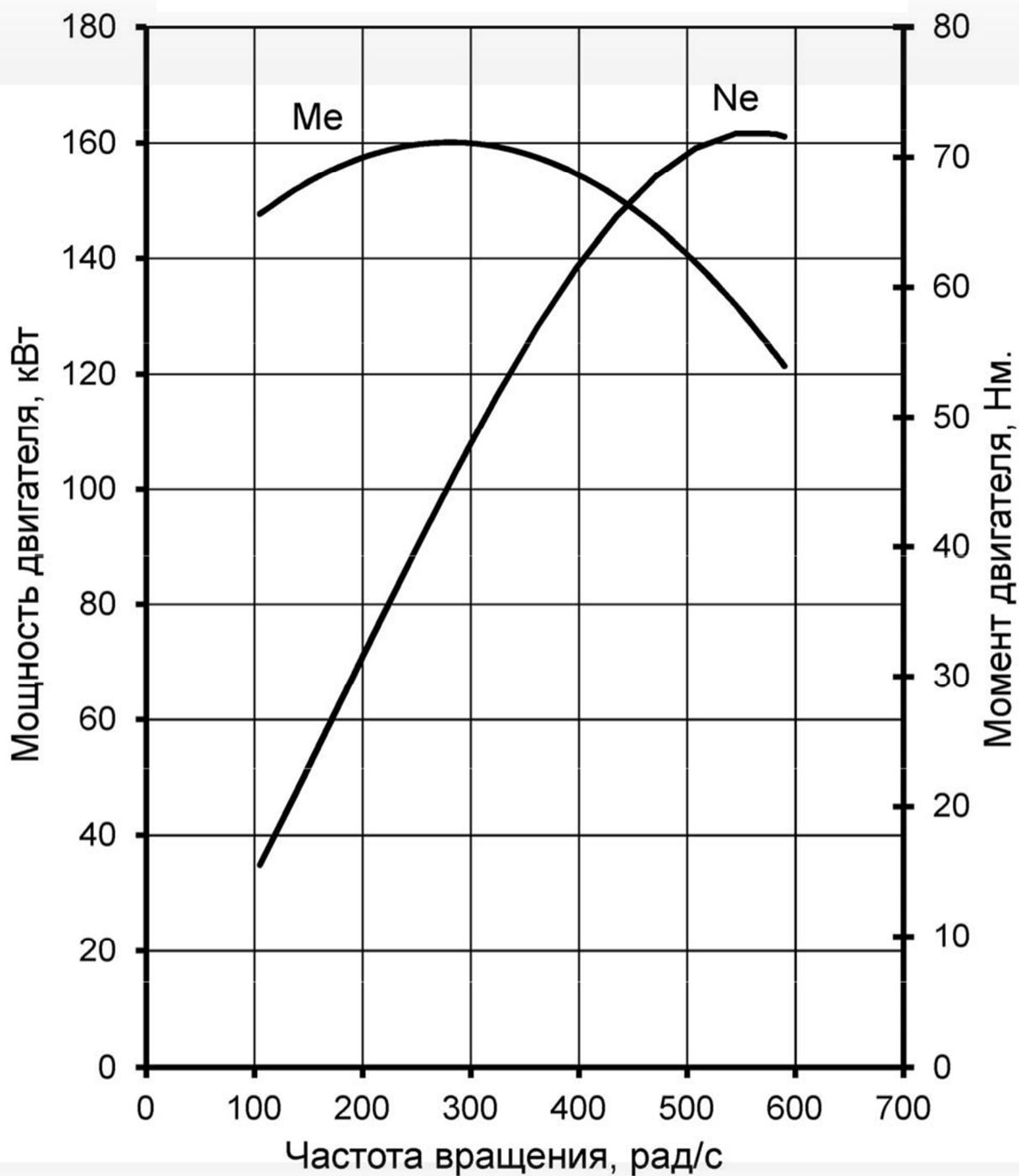


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

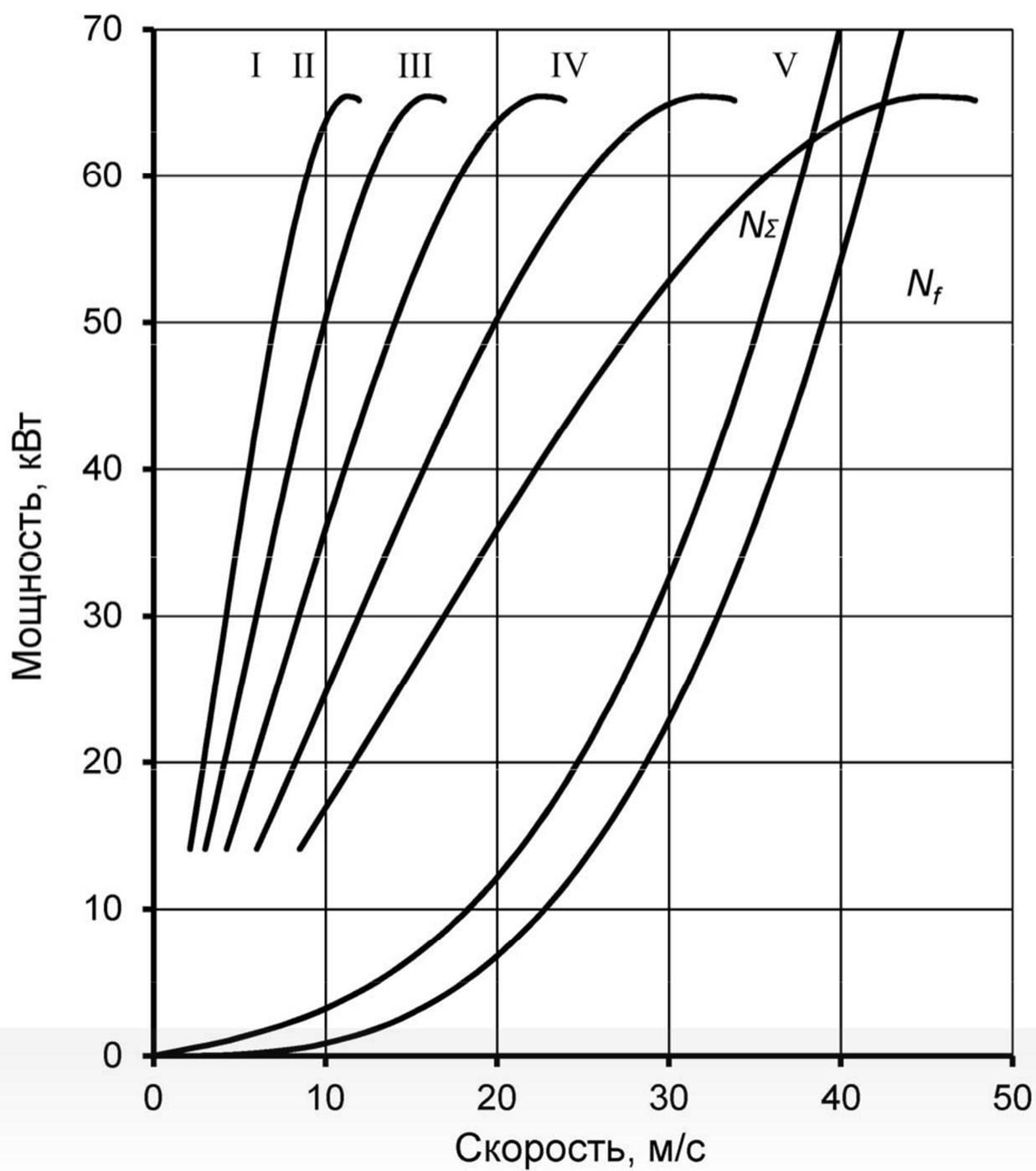


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

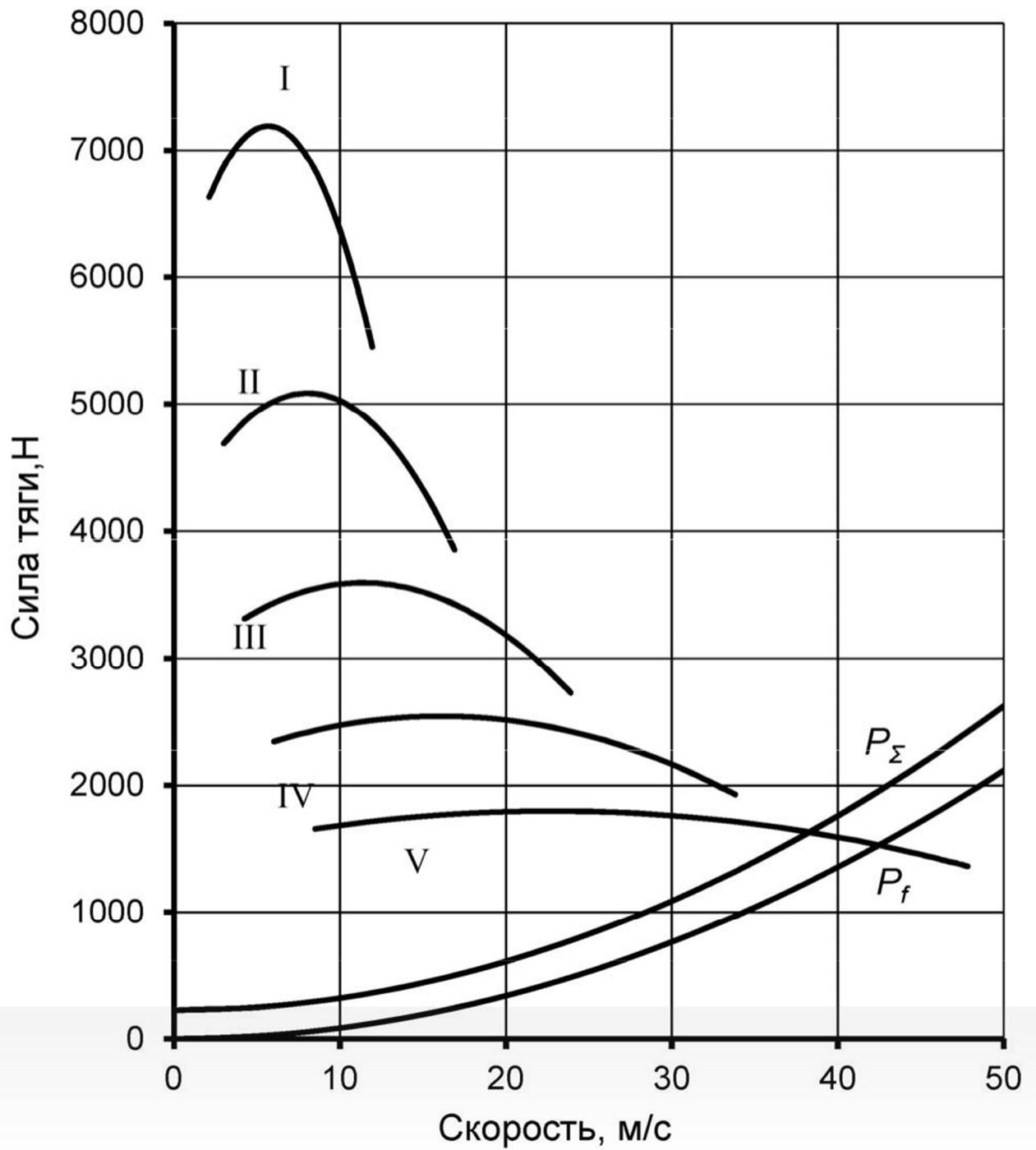


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

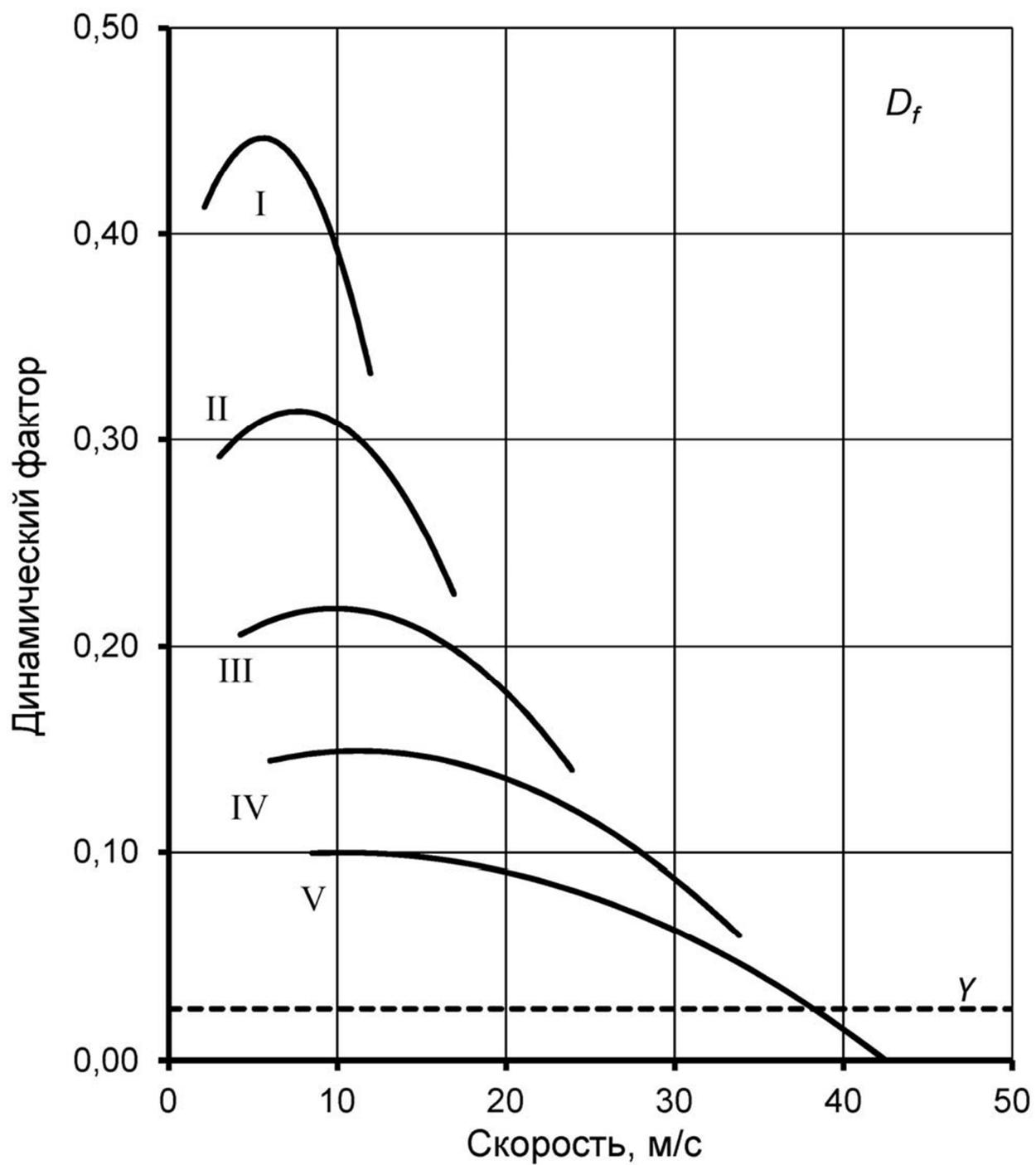


Рисунок А.4 – Динамический баланс

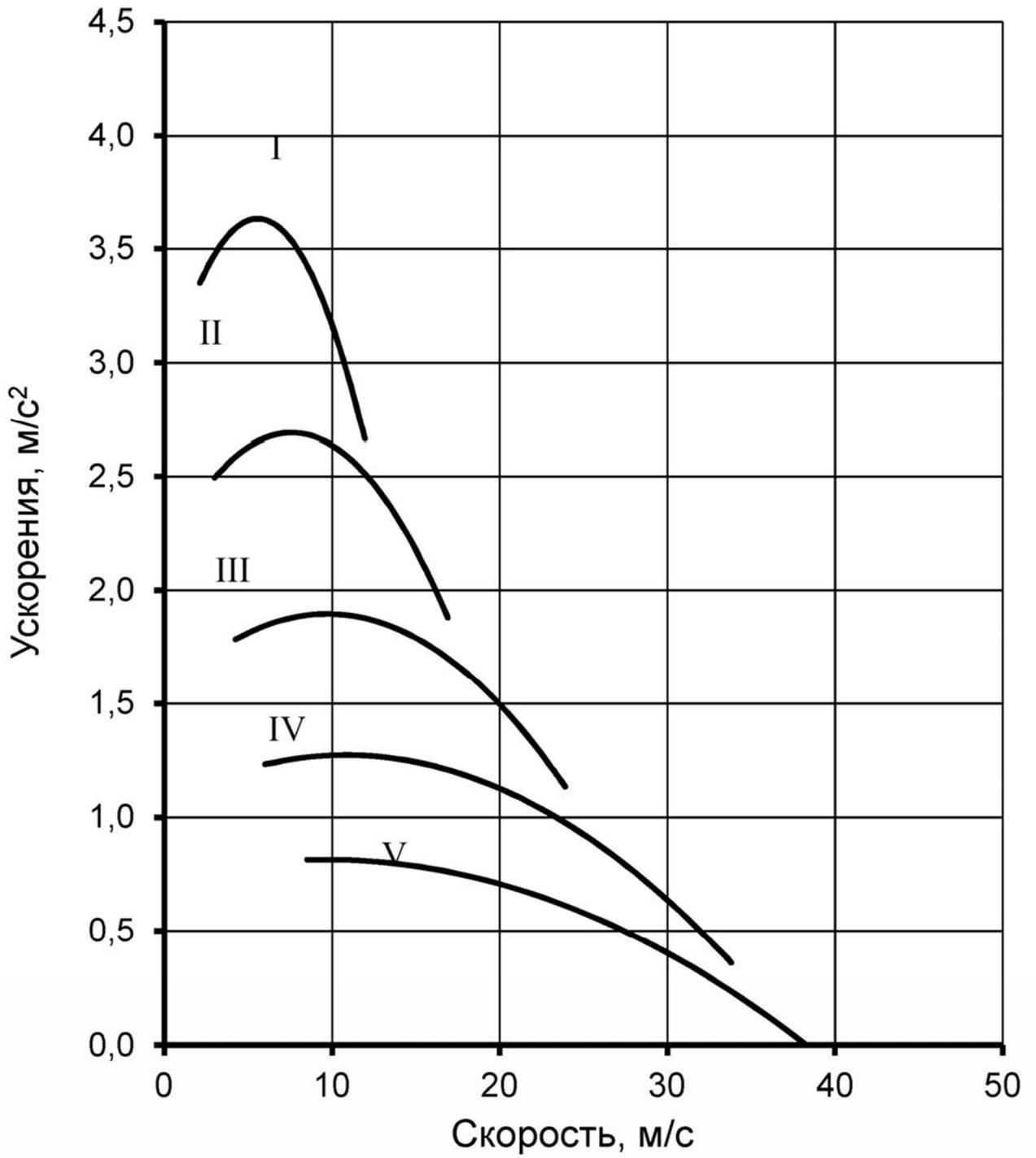


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

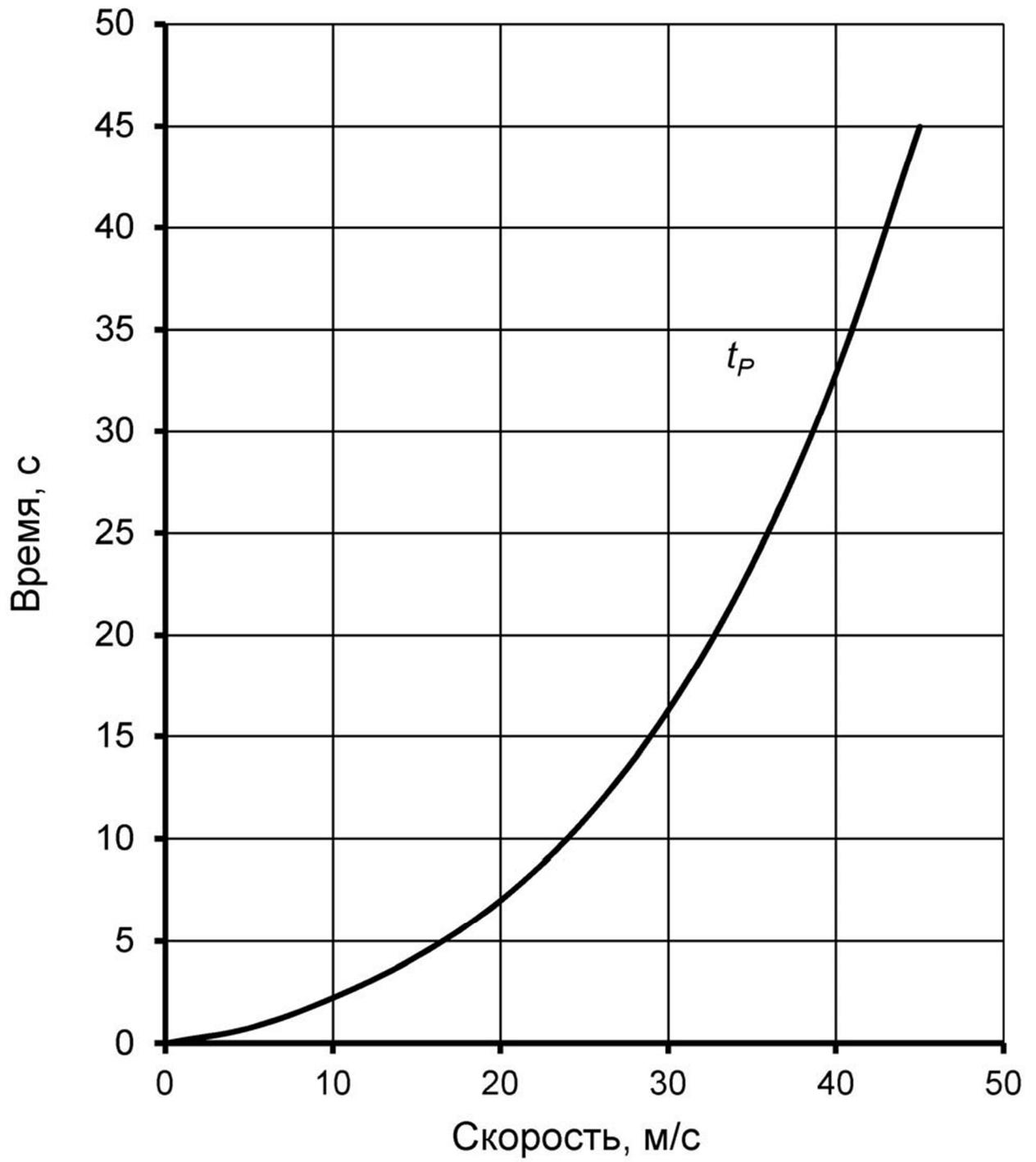


Рисунок А.6 – Время разгона

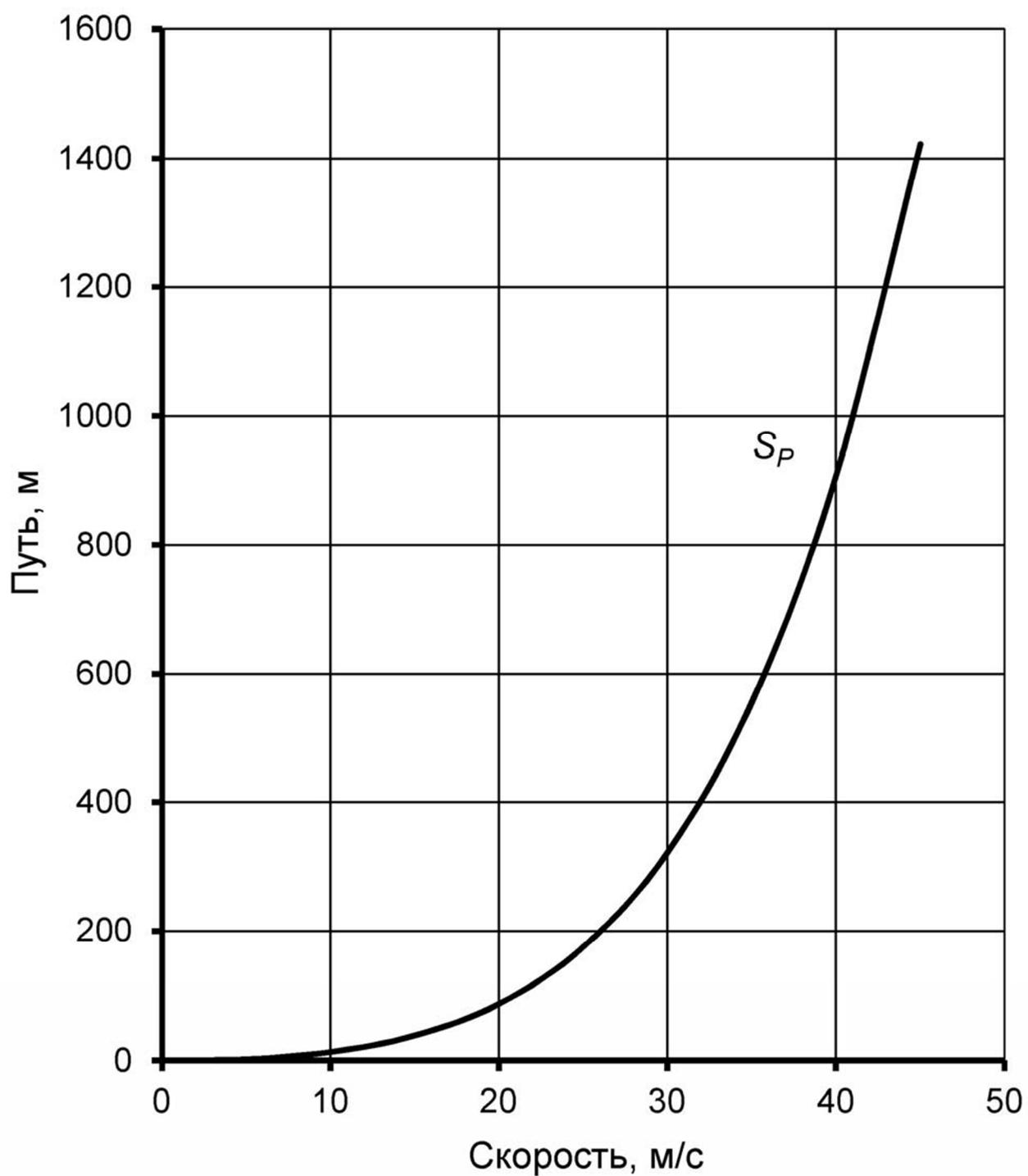


Рисунок А.7 – Путь разгона

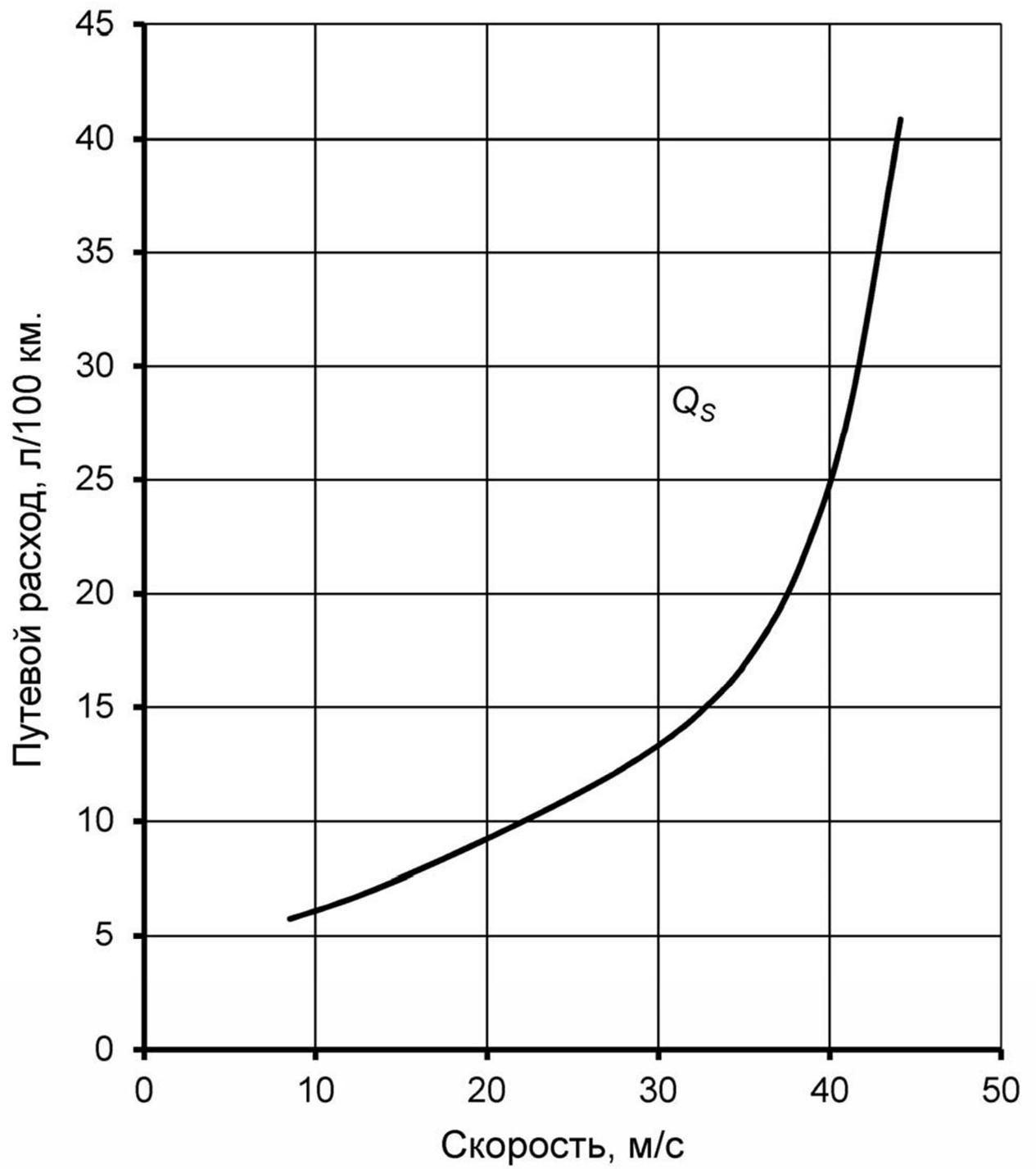


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива