

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 Переднеприводный легковой автомобиль второго класса.
Модернизация коробки передач

Обучающийся

В.Д. Шестов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

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

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

Консультанты

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

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

канд. техн. наук, доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2023

Аннотация

Тема данного дипломного проекта – «Переднеприводный легковой автомобиль второго класса. Модернизация коробки передач».

В работе представлена усовершенствованная конструкция КПП, она включают в себя тяговые расчеты автомобиля, в том числе данные по внешним скоростным характеристикам, тяговому балансу, балансу мощности, динамическим факторам, дальности и времени разгона, расходу топлива и др. В графической части проекта представлены 10 листов в формате А-1. Проектная записка содержит следующие разделы: содержание, введение, состояние вопроса, конструкторский раздел, экономика, безопасность, технология, а также приложения в виде схем и спецификаций; всего записка содержит 96 страниц печатного текста формата А-4.

В разделе 1 описывается конструкция узла разработки, современные тенденции развития, классификация существующих типов конструкций. В экономической части дипломного проекта представлен расчет экономической эффективности, в которой также проанализированы и оценены проектные критерии оценки надежности и срока службы, рассчитана общественная эффективность проекта разработки, рассчитана прогнозная стоимость единицы продукции в промышленном масштабе.

Сборка представленной конструкции представлена в технологической части проекта, приведены этапы сборки проектного узла.

Abstract

The topic of this graduation project is "Front-wheel drive passenger car of the second class. Modernization of the gearbox".

The paper presents an improved design of the gearbox, it includes traction calculations of the car, including data on external speed characteristics, traction balance, power balance, dynamic factors, range and acceleration time, fuel consumption, etc. The graphic part of the project presents 10 sheets in A-1 format. The project note contains the following sections: content, introduction, status of the issue, design section, economics, safety, technology, as well as appendices in the form of diagrams and specifications; in total, the note contains 96 pages of printed text in A4 format.

Section 1 describes the design of the development node, current development trends, classification of existing types of structures. In the economic part of the diploma project, the calculation of economic efficiency is presented, in which the design criteria for assessing reliability and service life are also analyzed and evaluated, the social efficiency of the development project is calculated, the projected cost of a unit of production on an industrial scale is calculated.

The assembly of the presented structure is presented in the technological part of the project, the stages of assembly of the project node are given.

Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса	6
1.1 Назначение и требования, предъявляемые к коробкам передач	6
1.2.Классификация конструкций коробок передач.....	7
1.3.Выбор и описание вносимых модернизаций в коробке передач.....	12
2 Конструкторская часть	13
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	13
2.2 Выбор компоновочной схемы коробки передач	25
3 Безопасность и экологичность объекта	35
4 Технологическая часть	62
4 Экономическая эффективность проекта	70
Заключение	83
Список используемой литературы	84
Приложения А Графики тягового расчета.....	87

Введение

Среди растущих секторов мировой экономики автомобильная промышленность занимает ведущее место. Вся мировая промышленность быстро растет, и решающее значение для этого имеет появление новых технологий, рост, инновации и технологические решения. Для того чтобы ускорить развитие автомобильной промышленности, необходимо снизить сложность технического обслуживания автомобилей и уменьшить расход масла и топлива, что очень важно. Также необходимо повысить и улучшить безопасность и надежность автомобилей, уменьшить ущерб от выхлопных газов, снизить уровень шума автомобиля и уменьшить стоимость материалов, используемых при производстве автомобилей. Кроме того, необходимо также улучшить аэродинамические характеристики и уменьшить массу кузова автомобиля, что приводит к снижению расхода топлива. Также может быть осуществлен переход на метановое и дизельное топливо и более совершенные двигатели.[1]

Для оптимальной эксплуатации автомобиля необходимы современные технологии. Кроме того, современные технологии и технологические решения требуются не только для трансмиссии, но и для всех компонентов. Использование высокопрочной стали, легированной стали, углепластика, алюминия и многих других технологически совершенных производственных материалов также позволит снизить вес автомобиля и повысить топливную экономичность. Для автоматизированного производства необходимы высококачественные компоненты и высокая точность. Этого можно достичь с помощью математического моделирования всех компонентов.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и требования, предъявляемые к коробкам передач

Коробка передач легкового автомобиля является важнейшим компонентом, который передает мощность от двигателя к колесам, позволяя транспортному средству двигаться с разной скоростью и в различных дорожных условиях. Его основная цель - обеспечить преобразование крутящего момента и скорости при одновременной эффективной подаче мощности.[2]-[4]

К конструкции коробки передач легкого автомобиля предъявляются следующие требования:

- Плавное и точное переключение передач;
- Высокая надежность и долговечность;
- Низкий уровень шума и вибрации;
- Компактные размеры и легкий вес;
- Удобство обслуживания и ремонта;
- Соответствие нормам и стандартам безопасности.

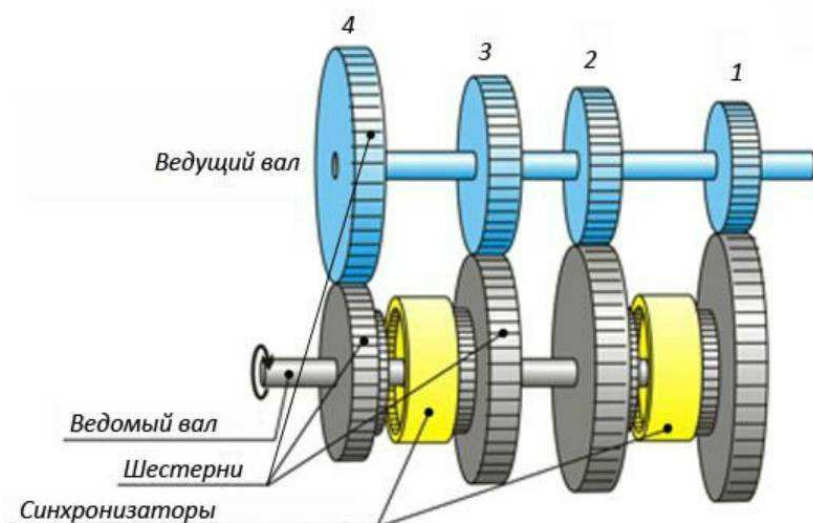


Рисунок 1 – Схема работы двухвальной коробки передач

Конструкция коробки передач легкового автомобиля, показана на рисунке 1, состоит из следующих основных элементов:

- Корпус коробки передач, который служит для крепления всех остальных элементов и передачи крутящего момента от двигателя к колесам.
- Валы и шестерни, которые передают крутящий момент от двигателя к ведущим колесам и обеспечивают изменение передаточного отношения.
- Синхронизаторы, которые позволяют плавно и без рывков переключать передачи. [9]-[14]
- Муфты сцепления, которые служат для соединения и разъединения двигателя и коробки передач при начале движения и остановке автомобиля.

1.2 Классификация конструкций коробок передач

В мире существует множество различных типов и видов конструкций коробок передач. Коробки передач легковых автомобилей классифицируются по различным признакам. Один из наиболее распространенных способов классификации - это деление на механические и автоматические коробки передач. Также существуют роботизированные коробки, которые сочетают в себе элементы механики и автоматики. По количеству ступеней коробки передач делятся на одно-, двух- и многоступенчатые. Еще один способ классификации коробок передач - это деление по типу привода. Также коробки передач можно классифицировать по типу механизма переключения. Механические коробки имеют механический рычаг переключения передач, а автоматические коробки - электронный контроллер. Роботизированные коробки сочетают в себе элементы обоих типов. [15]-[18]

Механическая коробка передач (МКПП), рисунок 2, представляет собой устройство, которое позволяет водителю вручную переключать передачи в зависимости от скорости и условий движения. Она состоит из механизма переключения передач, валов и шестерен, а также синхронизаторов для плавного и точного переключения. Механическая коробка передач является наиболее распространенным типом коробки

передат в легковых автомобилях.

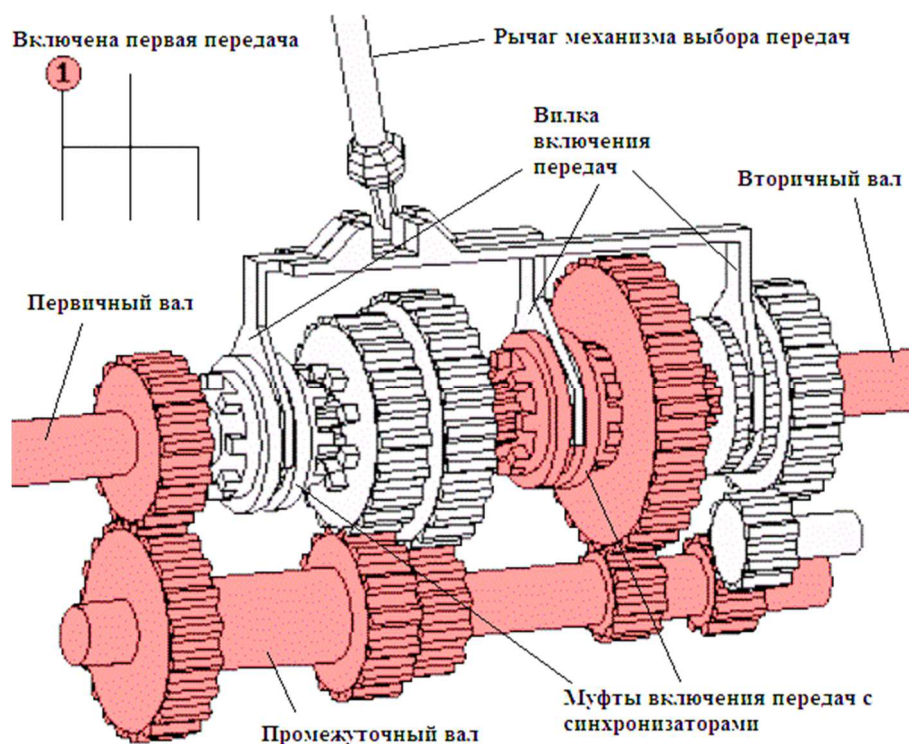


Рисунок 2 – Устройство МКПП

Она имеет ряд преимуществ перед другими типами коробок передач:

Точность управления: Механическая коробка позволяет водителю точно управлять автомобилем, выбирая нужную передачу в зависимости от условий движения. Это позволяет более точно контролировать скорость и ускорение автомобиля.

Надежность: Механическая коробка более надежна, чем автоматическая, поскольку она не имеет электронных компонентов, которые могут выйти из строя.

Экономичность: Механическая коробка требует меньше энергии для переключения передач, чем автоматическая коробка, что уменьшает расход топлива. Стоимость: Механическая коробка обычно дешевле автоматической, что делает ее более доступной для многих водителей.

Автоматическая коробка передач. [19]-[24]

Схема автоматической коробки передач показана на рисунке 3.

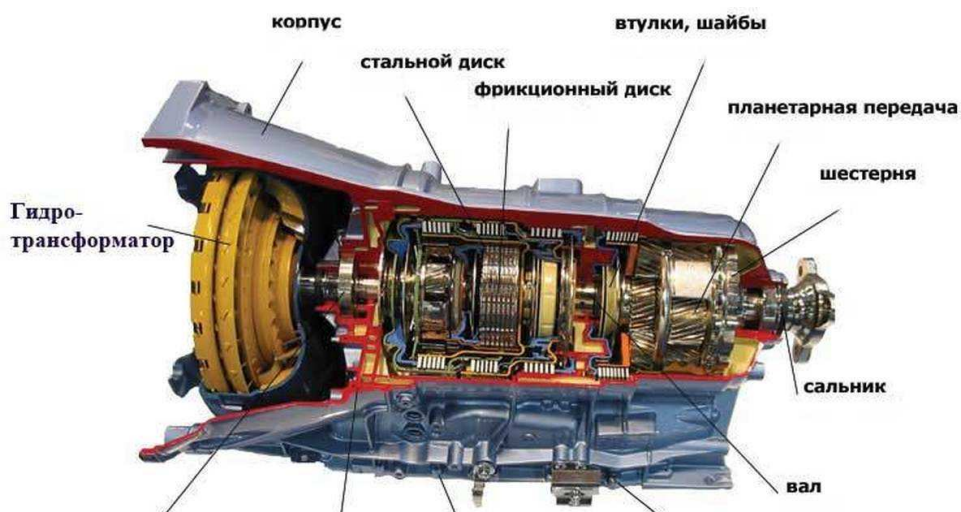


Рисунок 3 – Схема АКПП

АКПП автоматически переключает на нужную передачу в зависимости от условий движения. Она также состоит из механизма переключения передач, валов и шестерен, но вместо синхронизаторов используются специальные клапаны и гидротрансформаторы. Она имеет несколько преимуществ перед другими типами коробок передач, такими как механическая, роботизированная и вариаторная:

Удобство: Автоматическая коробка позволяет водителю сосредоточиться на управлении автомобилем и не отвлекаться на переключение передач. Это особенно удобно при движении в городском трафике или на длинных дистанциях. **Экономия времени:** Автоматическая коробка значительно сокращает время, затрачиваемое на переключение передач, что особенно важно в условиях плотного дорожного движения.

Плавность: Автоматическая коробка обеспечивает более плавное переключение передач, что улучшает комфортность вождения и уменьшает нагрузку на двигатель и трансмиссию.

Безопасность: Автоматическая коробка повышает безопасность движения, так как она не требует от водителя постоянного контроля за переключением передач.

Экологичность: Автоматическая коробка уменьшает расход топлива

благодаря более эффективному использованию мощности двигателя. Однако, следует учитывать, что автоматическая коробка передач имеет свои недостатки, такие как более высокая стоимость обслуживания и ремонта, более высокий уровень шума и вибраций, а также ограничения в скорости и динамике разгона. [25]-[28]

Существуют также роботизированные коробки передач (РКП), которые сочетают в себе элементы механической и автоматической коробок. Они также позволяют водителю вручную переключать передачи, но при этом используют автоматическую систему для выбора нужной передачи. Роботизированная коробка передач, также известная как роботизированная механика, представляет собой тип трансмиссии, в котором переключение передач выполняется автоматически, но управляется компьютером или другим электронным устройством. Преимущества роботизированной коробки перед другими типами трансмиссий включают:

- более быстрое и точное переключение: РКП может переключаться между передачами быстрее, чем другие типы коробок передач. Это может быть особенно полезно при динамичном вождении или при необходимости быстро изменить передачу.

- повышенная точность: РКП позволяет водителю точно выбирать нужную передачу в соответствии с условиями движения. Это обеспечивает более точное управление автомобилем и повышает безопасность на дороге.

- снижение расхода топлива: Некоторые модели РКП могут использовать более эффективные алгоритмы управления, что способствует снижению расхода топлива по сравнению с другими типами коробок.

- улучшенная динамика разгона. РКП также имеет некоторые недостатки, включая более высокую стоимость, ограниченный диапазон передаточных чисел и более высокий уровень шума. Кроме того, некоторые водители могут чувствовать дискомфорт при вождении с РКП из-за ее более резкого характера переключения передач.

Еще один тип коробки передач это вариатор.

Схема вариатора показана на рисунке 4.

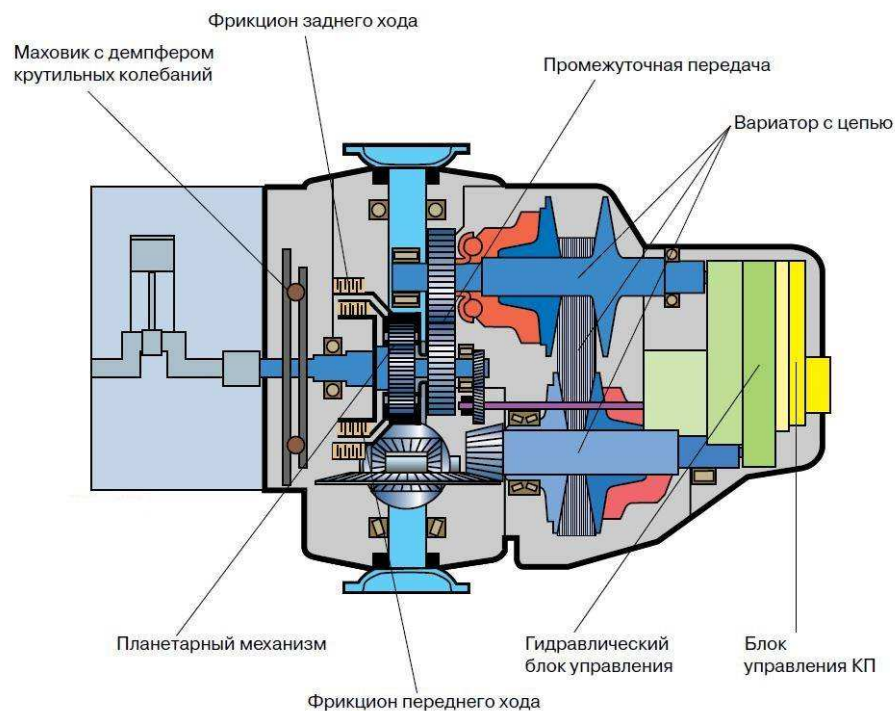


Рисунок 4 – Схема конструкции вариатора

Вариатор – это устройство, позволяющее изменять передаточное отношение в зависимости от нагрузки на двигатель. Он состоит из двух шкивов, соединенных ремнем или цепью, и системы управления.

Механический вариатор это самый простой тип вариатора. Он состоит из шкивов разного диаметра и системы управления, которая позволяет изменять диаметр шкива. При изменении нагрузки на двигатель система управления изменяет диаметр шкива, что приводит к изменению передаточного отношения, именно этот тип вариатора и применяется в некоторых легковых автомобилях нашего времени. [29]-[30]

Вариаторные коробки передач имеют ряд преимуществ перед механическими и роботизированными коробками передач:

Плавное ускорение: Вариаторная коробка позволяет плавно изменять передаточное число, что обеспечивает более плавный разгон автомобиля. Это особенно важно при ускорении на низких скоростях или при движении по скользкой дороге.

Низкий уровень шума: Вариаторные механизмы работают тише, чем

механические коробки или роботы, что снижает уровень шума в салоне автомобиля и улучшает акустический комфорт. Однако вариаторные коробки также имеют некоторые недостатки, такие как высокая стоимость и сложность обслуживания, а также ограниченный ресурс. Кроме того, они не обеспечивают такой же точности управления, как механические коробки передач. [32]

В заключение можно сказать, что каждый тип коробки передач имеет свои преимущества и недостатки, и выбор зависит от индивидуальных потребностей и предпочтений водителя. Механическая коробка обеспечивает точное управление и надежность, но требует постоянного внимания и контроля. Автоматическая коробка облегчает управление и экономит время, но может быть менее точной и экологичной. Роботизированная коробка сочетает в себе преимущества механической и автоматической, обеспечивая более быстрое и точное переключение и снижая расход топлива. Вариаторная коробка обеспечивает плавный разгон и увеличенный диапазон скоростей, но имеет ограниченный ресурс и требует более сложного обслуживания. В конечном итоге, выбор коробки передач зависит от индивидуальных предпочтений водителя и условий эксплуатации автомобиля. [31]-[32]

1.3 Выбор и описание вносимых модернизаций в коробке передач

В условиях жесткой конкуренции на автомобильном рынке качество должно быть как можно выше, и расход топлива автомобиля также является важным фактором. На современном автомобильном рынке наблюдается растущая тенденция к покупке автомобилей с низким расходом топлива. Поэтому, основной целью дипломного проекта является снижение расхода топлива автомобиля путем добавления шестой передачи в механическую коробку передач с минимальными изменениями в габаритных размерах и конструкции.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

Исходные данные

«Количество колес ведущих	$n_k = 2$
Вес автомобиля, кг	$m_o = 1088$
Места в автомобиле	5
Высшая скорость а/м, м/с	$V_{max} = 47,22$
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 630$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с	$\omega_{min} = 105$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,30$
Преодолеваемый подъем автомобилем	$\alpha_{max} = 0,30$
КПД трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,95$
Площадь миделя, м ²	$H = 2,39$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,010$
Количество скоростей в КП	6
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	49
ось задняя	51
Параметр плотности воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л	$\rho_t = 0,72$ »[22]

Подготовка исходных данных для тягового расчёта

«а) Определение полного веса и его распределение по осям»[22]

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

«где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;»[22]

$$G_o = m_o \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_n = G_{n1} \cdot 5 = m_{n1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н} \quad (6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (7)$$

«б) Подбор шин

Шины 175/65 R14.»[22]

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (8)$$

«где r_K – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 175$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,65$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 355,6$ – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$ – коэффициент типа шины.»[22]

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 175) \cdot 10^{-3} = 0,274 \text{ м} \quad (9)$$

Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (10)$$

«где U_K - перед. число передачи КПП, при которой достигается

V_{max} .

Высшая передача КП равна 0,692.»[22]

$$U_0 = (0,274 \cdot 630) / (0,692 \cdot 51,39) = 4,863 \quad (11)$$

Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$\psi_V = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (12)$$

$$\psi_V = 0,010 \cdot (1 + 51,39^2 / 2000) = 0,023 \quad (13)$$

«Примем $N_{MAX} = 74 \text{ кВт}$ »[22]

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (14)$$

«где $C_1 = C_2 = 1$ – коэффициенты хар-ие тип дв-ля.

$$Me = \frac{Ne}{\omega_e} \quad (15)$$

Расчетные данные в таблице 1.

Таблица 1 – Внешняя скоростная характеристика [22]

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
1000	105	14,8	141,1
1400	147	21,4	146,1
1800	188	28,3	149,9
2200	230	35,1	152,5
2600	272	41,9	153,9
3000	314	48,4	154,1
3400	356	54,5	153,1
3800	398	60,0	150,9
4200	440	64,9	147,5
4600	482	68,8	142,9
5000	524	71,8	137,0
5400	565	73,5	130,0
5800	607	74,0	121,8
6000	630	73,6	116,9

где n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (16)$$

Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0} \quad (17)$$

«где ψ_{MAX} - коэффициент сопр-я дороги при макс-ой скорости автомобиля с учётом величины преодолеваемого подъёма»[22]

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

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,30 = 0,323 \quad (18)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,323 \cdot 0,274 / (154,1 \cdot 0,95 \cdot 4,863) = 1,849 \quad (19)$$

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

«где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля ($G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544$ Н,
 m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса,
 φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$).»[22]

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,274 / (154,1 \cdot 0,95 \cdot 4,863) = 2,018 \quad (20)$$

«Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 2,000$.»[22]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,000 / 0,856)^{1/4} = 1,236 \quad (21)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,000 / 1,236 = 1,618; \quad (22)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,618 / 1,236 = 1,308; \quad (23)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,308 / 1,236 = 1,058; \quad (24)$$

$$U_5 = 1,058 / 1,236 = 0,856. \quad (25)$$

$$U_6 = 0,692. \quad (26)$$

«Для дальнейшего расчёта принимаем действительные передаточные числа трансмиссии автомобиля LADA GRANTA 2190:»[22]

$$U_{КП}: 3,63; 1,95; 1,36; 0,94; 0,78; 0,692 U_{ГП}: 3,90.$$

Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (27)$$

Расчетные данные в таблице 2.

«Таблица 2 – Скорость автомобиля на различных передачах [22]

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	Скор. на 6 пер, м/с
1000	2,0	3,8	5,4	7,9	9,5	10,7
1400	2,8	5,3	7,6	11,0	13,2	14,9
1800	3,7	6,8	9,8	14,1	17,0	19,2
2200	4,5	8,3	11,9	17,3	20,8	23,4
2600	5,3	9,8	14,1	20,4	24,6	27,7
3000	6,1	11,3	16,3	23,5	28,3	32,0
3400	6,9	12,9	18,4	26,7	32,1	36,2
3800	7,7	14,4	20,6	29,8	35,9	40,5
4200	8,5	15,9	22,8	32,9	39,7	44,7
4600	9,3	17,4	24,9	36,1	43,5	49,0
5000	10,2	18,9	27,1	39,2	47,2	53,3
5400	11,0	20,4	29,3	42,3	51,0	57,5
5800	11,8	21,9	31,4	45,5	54,8	61,8
6000	12,2	22,7	32,6	47,2	56,8	64,1

Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{K.П.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (28)$$

Расчетные данные в таблице 3.»[22]

Таблица 3 – Тяговый баланс [22]

Обор. двс, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н	F тяги на 6 пер, Н
1000	6915	3715	2591	1791	1486	1318
1400	7159	3846	2682	1854	1538	1365
1800	7345	3946	2752	1902	1578	1400
2200	7472	4014	2800	1935	1606	1424
2600	7541	4051	2825	1953	1620	1438
3000	7550	4056	2829	1955	1622	1439
3400	7501	4029	2810	1942	1612	1430
3800	7393	3971	2770	1914	1589	1409
4200	7226	3882	2707	1871	1553	1377
4600	6999	3760	2622	1813	1504	1334
5000	6715	3607	2516	1739	1443	1280
5400	6371	3422	2387	1650	1369	1214
5800	5968	3206	2236	1545	1282	1138
6000	5726	3076	2145	1483	1230	1092

Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (29)$$

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (30)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (31)$$

«Расчетные данные в таблице 4.

Таблица 4 – Силы сопротивления движению [22]

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	148	148
5	12	150	162
10	46	156	202
15	104	165	269
20	185	178	363
25	290	195	484
30	417	215	632
35	568	239	807
40	742	267	1009
45	939	299	1237
50	1159	334	1493
55	1402	373	1775
60	1669	415	2084
65	1958	462	2420

Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (32)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{цц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (33)$$

Расчетные данные в таблице 5.»[22]

Таблица 5 – Динамический фактор на передачах [22]

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	Дин-й фактор на 6пер
1000	0,466	0,250	0,174	0,119	0,097	0,085
1400	0,482	0,258	0,179	0,121	0,098	0,085
1800	0,495	0,264	0,182	0,122	0,097	0,083
2200	0,503	0,268	0,184	0,121	0,095	0,079
2600	0,507	0,270	0,184	0,119	0,090	0,073
3000	0,508	0,269	0,182	0,114	0,084	0,065
3400	0,504	0,266	0,179	0,109	0,076	0,055
3800	0,496	0,261	0,173	0,101	0,067	0,044
4200	0,485	0,254	0,166	0,092	0,055	0,030
4600	0,469	0,244	0,157	0,082	0,042	0,015
5000	0,449	0,232	0,147	0,069	0,027	-0,002
5400	0,426	0,218	0,134	0,055	0,011	-0,021
5800	0,398	0,201	0,120	0,040	-0,007	-0,043
6000	0,381	0,191	0,111	0,030	-0,018	-0,055

Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (34)$$

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

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[22]

$$\Psi = f + i \quad (35)$$

«где i – величина преодолеваемого подъёма ($i = 0$).»[22]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KP}^2), \quad (36)$$

«где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя

$\delta_1 = \delta_2 = 0,03$.»[22]

Расчетные данные в таблице 6, таблице 7 и таблице 8.

Таблица 6 – Коэффициент учета вращающихся масс [22]

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$	$U6$
δ_{BP}	1,425	1,144	1,085	1,057	1,048	1,044

Таблица 7 – Ускорение автомобиля на передачах [22]

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	Ускор. на 6 пер, м/с ²
1000	3,14	2,06	1,48	1,01	0,81	0,70
1400	3,25	2,13	1,52	1,03	0,82	0,69
1800	3,33	2,18	1,55	1,03	0,80	0,67
2200	3,39	2,21	1,57	1,02	0,77	0,62
2600	3,42	2,22	1,57	0,99	0,72	0,55
3000	3,42	2,22	1,55	0,94	0,66	0,47
3400	3,40	2,19	1,51	0,88	0,57	0,36
3800	3,35	2,14	1,46	0,81	0,47	0,24
4200	3,26	2,08	1,39	0,71	0,35	0,10
4600	3,16	1,99	1,30	0,60	0,21	-0,07
5000	3,02	1,89	1,20	0,48	0,06	-0,25
5400	2,86	1,76	1,08	0,34	-0,11	-0,45
5800	2,66	1,62	0,95	0,18	-0,30	-0,67
6000	2,55	1,53	0,87	0,09	-0,41	-0,80

Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 – Величины обратные ускорениям автомобиля [22]

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	Обр.ускор. на 6пер, с2/м
1000	0,32	0,49	0,68	0,99	1,23	1,43
1400	0,31	0,47	0,66	0,97	1,22	1,44
1800	0,30	0,46	0,64	0,97	1,24	1,50
2200	0,29	0,45	0,64	0,98	1,29	1,61
2600	0,29	0,45	0,64	1,01	1,38	1,80
3000	0,29	0,45	0,65	1,06	1,52	2,13
3400	0,29	0,46	0,66	1,13	1,75	2,74
3800	0,30	0,47	0,69	1,24	2,12	4,16
4200	0,31	0,48	0,72	1,40	2,85	10,33
4600	0,32	0,50	0,77	1,66	4,67	-15,07
5000	0,33	0,53	0,83	2,09	16,86	-4,02
5400	0,35	0,57	0,92	2,97	-8,83	-2,22
5800	0,38	0,62	1,06	5,61	-3,30	-1,49
6000	0,39	0,65	1,15	11,60	-2,42	-1,25

Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (37)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (38)$$

«где k – порядковый номер интервала.»[22]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (39)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (40)$$

«где t_1 – время разгона от скорости V_o до скорости V_1 ,»[22]

« t_2 – время разгона до скорости V_2 .»[22]

Расчетные данные в таблице 9.

Таблица 9 – Время разгона автомобиля [22]

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5,0	156,0	0,80
0-10,0	467,0	2,30
0-15,0	882,0	4,40
0-20,0	1402,0	7,00
0-25,0	2051,0	10,30
0-30,0	2895,0	14,50
0-35,0	3998,0	20,00
0-40,0	5427,0	27,10
0-45,0	7248,0	36,20

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (41)$$

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

Путь разгона от скорости V_o

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

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

до скорости V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$ «[22]

Расчетные данные в таблице 10.

Таблица 10 – Путь разгона автомобиля [22]

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	ПутьS, м
0-5	39	2
0-10	272	14
0-15	791	40
0-20	1701	85
0-25	3162	158
0-30	5481	274
0-35	9068	453
0-40	14428	721
0-45	22165	1108

Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (42)$$

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

N_B – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

Расчетные данные в таблице 11 и таблице 12.

Таблица 11 – Мощностной баланс [22]

Обор двс, об/мин	Мощн. на кол., кВт
1000	14,1
1400	20,3
1800	26,8
2200	33,4
2600	39,8
3000	46,0
3400	51,8
3800	57,0
4200	61,6
4600	65,4
5000	68,2
5400	69,8
5800	70,3
6000	69,9

Таблица 12 – Мощность сопротивления движению [22]

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач- я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	0,8	0,8
10	0,5	1,6	2,0
15	1,6	2,5	4,0
20	3,7	3,6	7,3
25	7,2	4,9	12,1
30	12,5	6,5	19,0
35	19,9	8,4	28,2
40	29,7	10,7	40,3
45	42,2	13,4	55,7
50	57,9	16,7	74,6
55	77,1	20,5	97,6
60	100,1	24,9	125,1
65	127,3	30,0	157,3

Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (43)$$

где $g_{e \min} = 290 \text{ г/(кВт·ч)}$ – минимальный удельный расход топлива.»[22]

$$K_H = 1,152 \cdot H^2 - 1,728 \cdot H + 1,523 \quad (44)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (45)$$

$$H = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (46)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (47)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу 13 и таблицу 14 и представляют в виде графика.

Таблица 13 – Путевой расход топлива на пятой передаче

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Знач. И	Знач. Е	Знач. К _И	Знач. К _Е	Знач. Q _s
1000	9,5	0,132	0,175	1,314	1,161	3,9
1400	13,2	0,158	0,244	1,279	1,125	4,5
1800	17,0	0,193	0,314	1,233	1,093	5,3
2200	20,8	0,237	0,384	1,178	1,066	6,2
2600	24,6	0,292	0,454	1,117	1,044	7,1
3000	28,3	0,358	0,524	1,052	1,028	8,1
3400	32,1	0,436	0,593	0,988	1,017	9,2
3800	35,9	0,530	0,663	0,931	1,011	10,3
4200	39,7	0,641	0,733	0,889	1,010	11,6
4600	43,5	0,774	0,803	0,876	1,014	13,4

Таблица 14 – Путь расход топлива на шестой передаче»[22]

Обор. двс, об/мин	Скор., м/с	Знач. И	Знач. Е	Знач. К _И	Знач. К _Е	Знач. Q _s
1000	10,7	0,159	0,175	1,277	1,161	4,0
1400	14,9	0,196	0,244	1,228	1,125	4,8
1800	19,2	0,247	0,314	1,166	1,093	5,7
2200	23,4	0,311	0,384	1,097	1,066	6,7
2600	27,7	0,390	0,454	1,024	1,044	7,8
3000	32,0	0,485	0,524	0,956	1,028	8,9
3400	36,2	0,597	0,593	0,902	1,017	10,1
3800	40,5	0,730	0,663	0,875	1,011	11,8
4200	44,7	0,889	0,733	0,897	1,010	14,4
4600	49,0	1,079	0,803	0,999	1,014	18,9

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

2.2 Выбор компоновочной схемы коробки передач

Поскольку проект представляет собой модернизацию системы трансмиссии серии LADA GRANTA, общий план компоновки остается прежним.

2.2.1 Расчет деталей и выбор материала деталей

Расчет зубчатой передачи

«Для передачи крутящего момента 6-ой передачи ($U_6=0,692$) выбирается зубчатая передача с постоянным передаточным числом, с внешним зацеплением и линейным касанием, то есть косозубые эвольвентные цилиндрические колеса. Косозубые колеса отличаются от прямозубых тем, что направление зубьев составляет некоторый угол β_d с образующей делительного цилиндра. Вследствие более плавной работы косозубые колеса могут быть использованы при более высоких окружных скоростях (свыше 7м/сек). Недостатком косозубых колес является то, что в зацеплении возникает осевая составляющая передаваемой зубьями силы, воспринимаемая одной из опор каждого вала, чего нет в прямозубых шестернях.»[5]

Результаты расчетов приведены в таблицах 15 и 16.

Расчет на прочность, кинематический расчет и расчет геометрии цилиндрической эвольвентной зубчатой передачи

Для расчета были использованы материалы из источника Анурьев В.И.

«Справочник конструктора машиностроителя»

Таблица 15 – Расчетные данные [5]

Передача: шестая					
N = 60,0 кВт при 3750 мин ⁻¹			M _{кр} = 150 Нм при 3750 мин ⁻¹		
Ведущее зубчатое колесо 2190-1701132		A _w	68	Ведомое зубчатое колесо 2190-1701185	
Z1	39	i	1,0455	Z2	27
b1	14,3	b _w	14,2	b2	14,2
ha1*	1,0	mn	1,75	ha2*	1,0
hf1*	1,228	alfa	15	hf2*	1,228
rf1	1,5346	alfa tw	16,05	rf2	1,534
k1	0	beta	31	k2	0
alfa k1	0	X _{сумм}	1,906	alfa k2	0
X1	0,1	jt	0,070...0,2	X2	0,05
C1*	0,2632	E alfa	1,5074	C2*	0,2633
Sna1*	0,6791	E beta	3,0148	Sna2*	0,6951
Snk1	2,1331	E сумм	4,5222	Snk2	2,2068
Sn1	5,2184			Sn2	5,1028
da1	83,7563			da2	59,7804
df1	74,1303			df2	50,3304
p1	78,6695			dp2	53,7084
dl1max	77,0708			dl2max	52,9721
dl1min	76,7444			dl2min	52,2573
dl1обк.	76,9318			dl2обк.	52,5210
Расчет на прочность					
Ведущее зубчатое колесо 2190-1701132			Ведомое зубчатое колесо 2190-1701185		
радиус (мм)	напряжения изгиба (Н*мм ²)	контактное напряжение (Н*мм ²)	радиус (мм)	напряжения изгиба (Н*мм ²)	контактное напряжение (Н*мм ²)
41,88	366,0	1693,5	29,89	249,1	1008,2
39,21	241,6	1228,8	26,85	132,7	129,7
41,40	342,1	1563,0	29,41	212,3	982,4
40,92	318,8	1465,4	28,94	195,0	961,9
40,43	296,3	1390,2	28,47	178,6	946,1
39,95	274,8	1331,6	28,00	163,4	935,1
39,47	254,3	1286,1	27,52	149,5	928,8
38,99	235,3	1251,5	27,05	137,5	927,9

Продолжение таблицы 15

38,51	217,9	1226,9	26,58	127,4	933,6
38,03	202,4	1212,1	26,11	119,8	948,2
37,55	189,1	1208,3	25,63	114,7	976,6
Расчет кинематических параметров при 3750 мин-1 на ведущей шестерне					
Радиус (мм)	скорость качения (м/сек)	скорость скольжения (м/сек)	удельное скольжение	удельное скольжение	Конт. напр.* скор. скольж. (10,9н/мсек)
41,88	2,71	3,99	0,60	1,47	4,11
39,21	4,49	0,37	0,06	0,09	0,37
41,40	3,03	3,39	0,53	1,12	3,39
40,92	3,33	2,77	0,45	0,83	2,70
40,43	3,66	2,12	0,37	0,58	2,03
39,95	4,01	1,44	0,26	0,36	1,36
39,47	4,37	0,73	0,14	0,17	0,68
38,99	4,73	-0,03	-0,01	-0,01	-0,03
38,51	4,33	-0,84	-0,19	-0,16	-0,78
38,03	3,89	-1,73	-0,44	-0,31	-1,63
37,55	3,40	-2,72	-0,80	-0,44	-2,62
37,07	2,84	-3,86	-1,36	-0,58	-3,89
			Ведущее З.К. 2190-1701132		Ведом. З.К. 2190-1701185
Нормальный модуль			1,75		1,75
Число зубьев			39		27
Угол наклона			31		31
Направление линии зуба			правое		левое
Нормальный угол профиля			15		15
Коэффициент смещения (мах)			0,0801		0,2315
Размер по двум шарикам (мин)			85,9998		61,712
Размер по двум шарикам (мах)			86,0874		61,792
Колебание размера по двум шарикам			0,03		0,03
Диаметр шарика			3,5		3,5
Длина общей нормали (мин)			29,0582		24,5176
Длина общей нормали (мах)			29,1087		24,5647
Колебание длины общей нормали			0,03		0,03
Число зубьев в длине общей нормали			3		3

«Продолжение таблицы 15

Накопленная погрешность окружного шага	0,056		0,056
Разность соседних окружных шагов	0,016		0,016
Погрешность профиля зуба	0,016		0,016
Погрешность направления зуба	0,015		0,015
Окружной зазор (мин)	0,05		0,05
Окружной зазор (мах)	0,157		0,157
Делительный диаметр	79,622 7		55,1234
Основной диаметр	75,996 2		52,6127
Радиус кривизны профиля в гранич.точке(мах)	9,6852		5,1432
Диаметр впадин	74,130 3		50,3304
Торцовый угол профиля	20		20
Нормальная толщина зуба (мин)	2,7935		2,935
Нормальная толщина зуба (мах)	2,8247		2,966
Основной угол наклона	29,833 9		29,8339
Шаг зацепления	5,3105		5,3105
Ход	416,30 65		288,2122
Толщина по хорде (мин)	3,2226		5,9491
Толщина по хорде (мах)	3,2749		5,9994
Высота до хорды при da мах	2,8455		3,421
Межосевое расстояние	68		68
Число зубьев сопряженного З.К.	27		39
Диаметр вершин	84,550 2		60,7502
Ширина венца	14,3		14,2
Радиальное биение	0,06		0,06
Сечение зуба:			
Диаметр точек притупления	83,954 3		60,1506
Допуск на диаметр точек притупления	0,2		0,2
Диаметр граничных точек (мах)	77,070 3		52,9721
Полная высота зуба	5,2131		5,2084
Высота от впадины до точки притупления	4,8134		4,7252
Высота ножки	2,8882		2,8225

Продолжение таблицы 15»[5]

Радиус переходной линии	1,5356		1,5356
Диаграмма контроля зубьев:			
Радиус кривизны в точке притупления (мин)	17,244 1		13,9438
Радиус кривизны в точке модификации головки	13,633 2		10,3423
Радиус кривизны в граничной точке (мах)	6,4124		3,0712

Выбор материала

Для изготовления конических шестерен был выбран материал 20CrNi-TU14-1-2252-90, который используется при производстве шестерен АВТОВАЗа.

20CrNiM - это легированная сталь с содержанием углерода 0,2% и отдельного легирующего элемента - хрома - около 1%.

Расчет эвольвентного шлицевого соединения

Таблица 16 – Расчетные данные
$$[\alpha_{t\omega} := \frac{2 \cdot (x_1 + x_2) \cdot \tan(\alpha)}{z_1 + z_2} + \alpha_t,$$

$$a_{\omega} := \frac{(z_1 + z_2) \cdot m}{2 \cdot \cos(\beta)} \cdot \frac{\cos(\alpha_t)}{\cos(\alpha_{t\omega})}, d_1 := \frac{m \cdot z_1}{\cos(\beta)}, d_2 := \frac{m \cdot z_2}{\cos(\beta)}] [5]$$

		Вал		Отв.		
Деталь		2190-		2190-		
		-1701030		1701132		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA2 4/48			
Модуль	m		1,0583			
Число зубьев	z		21		ПИ	3,159
Угол профиля	a		30		радиан	0,559
Коэфф смещения теорет.	x		0,0011		инв	0,075
Размер по роликам мин.	Mi	24,247		19,566	22,176	21,99
Размер по роликам мах.	Ma	24,298		19,621	22,227	21,54
Диаметр ролика	D	2,071		1,833	0,51981 3	0,434
Мин.действ.окр.толщ.- ширина	s/e	0,906		1,669	0,52380 9	0,459
Мах.действ.окр.толщ.ширина	s/e	0,935		1,697	0,05250	0,030
Делительный диаметр	d		22,22		0,05382	0,086

«Продолжение таблицы 16

Основной диаметр	db		19,246 8		1,819	2,504
Диаметр окр. граничных точек	dl	20,058		23,385	1,735	1,030
Диаметр впадин	df	20,53		24,13		
Допуск на диаметр впадин	f	0,2		0,1		
Диаметр вершин	da	22,225		20,11	0,905	2,440
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,1		
Эфф.окр.толщина-ширина	s/e	1,625		1,661		
Касание во впадине	dD D	20,11		23,29		
Угол точки контакта	aM	0,439384		0,52646 9		
Диаметр точек контакта	dM	21,27		22,26		
Число зубьев в W	zn	4		4		
Длина общей нормали мин.	Wi	10,457		11,118		
Длина общей нормали мах.	Wa	10,482		11,142		
Диаметр контакта мах.	dW	21,92		22,24		
Допуск на толщину-ширину	mS E	0,029		0,028		
Допуск погрешностей	qSE	0,690		0,008		
Расчетная толщина-ширина	S/E	1,265		1,679		
Окружной зазор вероятн.	j		0,414			
Расчетный допуск	del		0,346			
Мин окружной зазор	ji		0,068			
Мах.окружной зазор	ja		0,759			
Момент (Нм)	Mк р		150			
Радиус приложения силы (мм)	Rcp		10,584			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pok		629,90			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		1,06			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		25			
Напряжение смятия (Н/мм2)	Pud		23,83			
Диаметр среза	dcp	20,11		22,225		
Сечение среза	Scp	1,724		1,628		
Напряжение среза (Н/мм2)	Tau	14,62		15,47		
Толщина/ширина на dl	s/e	1,73		1,03		
Толщина/ширина на da	s/e	0,91		2,44		

Продолжение таблицы 16»[5]

Деталь		2190-		2190-		
		-1701105		1701133		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA2 4/48			
Модуль	m		1,0583 3			
Число зубьев	z		22		ПИ	3,159
Угол профиля	a		30		радиан	0,529
Коэффициент смещения теор.	x		0,0872		инволют a	0,055
Размер по роликам мин.	Mi	29,900		20,140	27,9000 8	22,27
Размер по роликам мах.	Ma	29,930		20,200	27,9301 6	22,38
Диаметр ролика	D	2,071		2,071	0,76306 9	0,439
Мин.действ.окр.толщ.- ширина	s/e	4,181		1,847	0,76419 4	0,490
Мах.действ.окр.толщ	s/e	4,205		1,877	0,193241	0,038
Делительный диаметр	d		23,2833		0,194272	0,065
Основной диаметр	db		20,1639		4,705	2,709
Диаметр окр.граничных точек	dl	25,787		27,57	2,815	-1,313
Диаметр впадин	df	25,417		24,77		
Допуск на диаметр впадин	f	-0,23		0,23		
Диаметр вершин	da	27,512		26	1,466	0,093
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,021		
Эфф.окр.толщина-ширина	s/e	1,924		1,769		
Касание во впадине	dDD	25,83		24,40		
Угол точки контакта	aM	0,7028		0,51903 4		
Диаметр точек контакта	dM	26,54		23,22		
Число зубьев в W	zn	7		7		
Длина общей нормали мин.	Wi	21,981		19,960		
Длина общей нормали мах.	Wa	22,002		19,986		
Диаметр контакта мах.	dW	29,84		28,39		
Допуск на толщину-ширину	mSE	0,024		0,030		
Допуск погрешностей	qSE	-2,281		0,078		
Расчетная толщина-ширина	S/E	3,053		1,823		
Окружной зазор	j		-1,230			

«Продолжение таблицы 16

Расчетный допуск	del		1,141			
Мин окружной зазор	ji		-2,371			
Мах.окружной зазор	ja		-0,088			
Момент (Нм)	Мкр		1985,1			
Радиус приложения силы	Rcp		13,378			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pok		6744,79			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		0,76			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		14			
Напряжение смятия (Н/мм2)	Pud		637,26			
Диаметр	dcp	24		27,512		
Сечение среза	Scp	2,666		5,185		
Напряжение среза (Н/мм2)	Tau	180,70		92,91		
Толщина/ширина на dl	s/e	2,82		-1,31		
Толщина/ширина на da	s/e	1,47		0,09		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA24/48			
Модуль	m		1,0583			
Число зубьев	z		21		ПИ	3,159
Угол профиля	a		30		радиан	0,529
Коэффициент смещения теорет.	x		-0,0011		инволюта	0,075
Размер по роликам мин.	Mi	24,247		19,566	22,176	21,9
Размер по роликам мах.	Ma	24,298		19,621	22,227	21,54
Диаметр ролика	D	2,071		1,833	0,519813	0,454
Мин.действ.окр.толщ.-ширина	s/e	0,906		1,669	0,523809	0,459
Мах.действ.окр.толщ.-ширина	s/e	0,935		1,697	0,052500	0,030
Делительный диаметр	d		22,2243		0,053821	0,036
Основной диаметр	db		19,2468		1,819	2,504
Диаметр окр. граничных точек	dl	20,058		23,385	1,735	1,030
Диаметр впадин	df	20,53		24,13		
Допуск на диаметр впадин	f	0,2		0,1		
Диаметр вершин	da	22,225		20,11	0,905	2,440
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,1		
Эфф.окр.толщина-ширина	s/e	1,625		1,661		
Касание во впадине	dDD	20,11		23,29		
Угол точки контакта	aM	0,439		0,526469		

Продолжение таблицы 16»[5]

Диаметр точек контакта	dM	21,27		22,26		
Число зубьев в W	zn	4		4		
Длина общей нормали мин.	Wi	10,457		11,118		
Длина общей нормали мах.	Wa	10,482		11,142		
Диаметр контакта мах.	dW	21,92		22,24		
Допуск на толщину-ширину	mSE	0,029		0,028		
Допуск погрешностей	qSE	0,690		0,008		
Расчетная толщина-ширина	S/E	1,265		1,679		
Окружной зазор вероятн.	j		0,414			
Расчетный допуск	del		0,346			
Мин окружной зазор	ji		0,068			
Мах.окружной зазор	ja		0,759			
Момент (Нм)	Mкр		140			
Радиус приложения силы	Rcp		10,584			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pok		629,90			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		1,06			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		25			
Напряжение смятия (Н/мм2)	Pud		23,83			
Диаметр среза	dcp	20,11		22,225		
Сечение среза	Scp	1,724		1,628		
Напряжение среза (Н/мм2)	Tau	14,62		15,47		
Толщина/ширина на dl	s/e	1,73		1,03		
Толщина/ширина на da	s/e	0,91		2,44		
Деталь		2190-		2190-		
		170105		1701133		
Центрирование по			St			
Стандарт			ASA24/ 48			
Модуль	m		1,05837			
Число зубьев	z		22		ПИ	3,159
Угол профиля	a		30		радиан	0,529
Коэффициент смещения теор.	x		0,0877		инволют а	0,075
Размер по роликам мин.	Mi	29,954		20,147	27,90008	22,77
Размер по роликам мах.	Ma	29,930		20,200	27,93016	22,38
Диаметр ролика	D	2,072		2,071	0,763069	0,439
Мин.действ.окр.толщ.	s/e	4,181		1,847	0,764194	0,443 90
Мах.действ.окр.толщ.- ширина	s/e	4,205		1,877	0,193241	0,030 38

«Продолжение таблицы 16

Делительный диаметр	d		23,2833		0,194272	0,03165
Основной диаметр	db		20,1639		4,705	2,709
Диаметр окр.границных точек	dl	25,787		27,57	2,815	-1,313
Диаметр впадин	df	25,417		24,77		
Допуск на диаметр впадин	f	-0,23		0,23		
Диаметр вершин	da	27,512		26	1,466	0,093
Допуск на диаметр вершин	a	-0,25		0,021		
Эфф.окр.толщина-ширина	s/e	1,924		1,769		
Касание во впадине	dDD	25,83		24,40		
Угол точки контакта	aM	0,707828		0,519034		
Диаметр точек контакта	dM	26,54		23,22		
Длина общей нормали мин.	Wi	21,981		19,960		
Длина общей нормали мах.	Wa	22,002		19,986		
Диаметр контакта мах.	dW	29,84		28,39		
Допуск погрешностей	qSE	-2,281		0,078		
Расчетная толщина-ширина	S/E	3,053		1,823		
Окружной зазор вероятностный	j		-1,230			
Расчетный допуск	del		1,141			
Момент (Нм)	Mк		1985,1			
Радиус приложения силы (мм)	Rcp		13,378			
Окружная сила на 1 шлиц (Н)	Pok		6744,79			
Рабочая высота шлиц (мм)	h		0,76			
Рабочая длина шлиц (мм)	l		14			
Напряжение смятия (Н/мм2)	Pud		637,26			
Диаметр среза	dcp	26		27,512		
Сечение среза	Scp	2,666		5,185		
Напряжение среза (Н/мм2)	Tau	180,70		92,91		
Толщина/ширина на dl	s/e	2,82		-1,31		
Толщина/ширина на da	s/e	1,47		0,09		

Вывод»[5]

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

3 Безопасность и экологичность объекта

Охрана труда на автотранспортных предприятиях представляет собой особую проблему, так как на ограниченном участке выполняется множество операций производственного цикла, таких как ремонт, мойка, окраска, монтаж, тестирование и другие виды работ, связанных с опасными и вредными производственными факторами.

«Эти факторы включают в себя воздействие на человека определенных давлений окружающей среды, таких как сточные и ливневые воды, воздух, выбрасываемый из вентиляционных систем, автобусных парков, автомобилей и горячих цехов и т.д.

Поэтому необходимо разрабатывать четкие инженерные решения, направленные на обеспечение безопасности людей на производстве и снижение воздействия автотранспортных предприятий на окружающую среду.»[7]

В процессе работы человек общается с объектами труда, орудиями труда и другими людьми. Он также подвергается воздействию различных факторов промышленной среды, таких как тепловая энергия, влажность и движение воздуха, звук, вибрации и вредные вещества.

«Все эти факторы в целом определяют условия труда человека. Большая часть условий труда зависит от здоровья и работоспособности человека, его отношения к работе и результатов его труда. При плохих условиях труда производительность работы резко снижается, а также возникают предпосылки к различным увечьям работающих людей на предприятиях.»[7]

3.1 Анализ влияния применения 6-ой передачи коробки передач автомобиля на шум в салоне автомобиля и показатели токсичности

Шумовая характеристика автомобиля является одним из важнейших параметров автомобиля. Она позволяет оценить уровень шумов и вибраций в зоне расположения человека, работающего за рулем автомобиля, а также

оценить комфортность и безопасность автомобиля в целом.

Основные источники вибраций и шумов на автомобиле - это двигатель и коробка передач, и что шум двигателя может оказать значительное влияние на формирование внешнего и внутренних шумов автомобиля. Данная работа также говорит о том, что использование 6-й передачи может уменьшить вибрацию двигателя, снизить шум, вызванный двигателем, повысить комфортабельность движения, уменьшить расход топлива и токсичность выхлопов. Цель дипломного проекта - снижение вибраций и шумов, а также уменьшение токсичности автомобиля, чтобы повысить его конкурентоспособность.

Для уменьшения шума и вибраций, вызванных двигателем, разработчики автомобилей могут использовать несколько различных методов. Один из таких методов - это применение современных материалов с звукоизоляционными свойствами для облицовки внутренней части капота и крыши автомобиля. Это позволяет уменьшить количество шума, которое проникает в салон, и сделать езду более комфортной.

Другим способом снижения вибраций является использование современных технологий проектирования двигателей. Например, многие производители автомобилей сегодня применяют системы активного шумоподавления, которые позволяют автомобилю выпускать звуковые волны, противоположные тем, которые генерируются двигателем, тем самым снижая уровень шума.

Еще одним способом снижения вибраций и шума является использование современных технологий снижения вибраций. Так, например, для уменьшения шума от вибрационного оборудования в настоящее время используются виброгасители (виброизоляторы). Виброизолятор представляет собой упругую массу, которая поглощает механические колебания и уменьшает их передачу на корпус машины. По конструкции виброгаситель представляет собой полую эластичную трубку, заполненную вязкой жидкостью (например, силиконовым маслом). В процессе работы машины, под действием вибраций, жидкость расширяется, передавая вибрацию на

корпус. Они включают в себя использование магнитореологических жидкостей в системах подвески, что позволяет более эффективно уменьшать вибрации и повышать комфорт езды. Также некоторые производители автомобилей используют адаптивные системы подвески, которые автоматически регулируют жесткость подвески в зависимости от условий езды, что также может помочь снизить вибрации и шум в автомобиле.

Кроме того, снижение шума и вибраций может быть достигнуто путем улучшения аэродинамики автомобиля. Оптимизация формы кузова и компонентов, таких как спойлеры и диффузоры, может снизить сопротивление воздуха, уменьшая тем самым шум и вибрации, вызываемые воздействием ветра на автомобиль.

В целом, существует множество методов и технологий, которые помогают снизить уровень шума и вибраций в автомобиле, что повышает его комфортабельность и удобство для водителей и пассажиров.

3.2 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Участок сборки коробки передач представлен на рисунке 5, описание оборудования представлено в таблице 17



«Рисунок 5 - Эскиз рабочего места на участке сборки коробки передач

Таблица 17 - Описание технологического оборудования[7]

№ поз. на схеме объекта	Название техники и инвентаря	Работа, операция, выполняемая на этой технике
1.	Сборочно-установочная установка	Подшипники из упаковки
2.	Пресовая установка	Подшипник – запресовывается внутренняя обойма
3.	Стендовая установка для сборки	Вал КПП подсорка
4.	Пресовая установка	Запрессовка подшипника
5.	Электрический гайковёрт	Затягивание гайки и испытание на свободное вращение

Идентификация опасных и вредных производственных факторов.

Таблица 18 - Опасные и вредные факторы»[7]

ОВПФ	Оборудование,	Воздействие на организм
1. Физические		
«а) движущие машины и механизмы»[7]	«Электропогрузчики, поточная линия»[7]	«Запыленность воздуха, общая вибрация, шум, повышенное движение воздуха»[7]
«б) подвижные части производственного оборудования »[7]	«Транспорт поточной линии, вращающиеся части инструмента»[7]	«Шум, общая вибрация, повреждения частей тела»[7]
«в) передвигающиеся изделия»[7]	«Детали и сборочные единицы в приспособлении»[7]	«Повреждение частей тела»[7]
«г) Повышенная запыленность и загрязненность воздуха»[7]	«Электропогрузчики»[7]	«Воздействие на органы дыхания, утомляемость»[7]
«д) повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука, ультразвуковых колебаний»[7]	«Электроинструмент, электропогрузчики»[7]	«Шумовое воздействие на органы слуха, внутренние расстройства организма, влияние на сердечно-сосудистую систему»[7]
«ж) Отсутствие или недостаток естественного освещения»[7]	«Производственные помещения, осветительное оборудование»[7]	«Влияние на органы зрения, повышенная утомляемость, усталость»[7]
з) «Острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности заготовок, инструмента, оборудования»[7]	«Заготовки, детали и сборочные единицы, инструмент, контейнеры»[7]	«Повреждение частей тела, нарушение целостности организма»[7]

Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников.

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

Повышенный уровень влажности воздуха в помещении, а также пыль отрицательно влияет на дыхательные пути, кожу, органы зрения, пищеварительную систему. На начальной стадии поражение пыли в верхнем дыхании сопровождается жжением, при длительных вмешательствах

появляется кашель, отхаркивается грязная мокрота. Пыль в легких приводит к развитию патологического процесса, относящегося к пневмонии. Повышенная температура поверхности приборов приводит к увеличению температуры поверхностей человека.

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

Повышение напряжения в электропроводящей цепи. Повышается статическая электроэнергия. Электрический ток, проходящий через организм человека, оказывает следующие эффекты:

- электрические: разложение крови и плазмы;»[7]
- «термическая: нагревается ткань, сосуды, нервы человека, возникают ожоги;
- биологическая: раздражает и подавляет живую ткань организма, произвольно сокращает мышцы, что может остановить деятельность органов дыхания и сердца.

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

Недостатка или отсутствия естественного света, освещения рабочей зоны, увеличение пульсации светового потока. Естественное световое освещение имеет высокий биологический и санитарный смысл и очень сильно сказывается на психологии человека, и, наконец, на производственной травматизации и трудовой производительности. Поэтому

в летний период, благодаря огромному использованию естественных лучей, количество несчастных случаев значительно меньше, чем в осенне-зимний период. Для защиты от слепого действия прямых лучей солнца и отражения их блестящей поверхности световые проемы покрывают тонким слоем тонирующей краски или простое стекло заменяется матовым. Для использования только местного освещения не разрешается, так как резкий контраст яркого и плохого освещения вредит зрительному органу работников, снижает скорость работы, иногда приводит к несчастному случаю. Пульс света негативно влияет на глаза человека, вызывает боль, раздражение и приводит к ухудшению зрения. Острые кромки, заусенцы, шероховатые инструменты, заготовки, неправильно используя специальные защитные меры, например нехватку кожуха, могут привести к опасным травмам: порезам, инфекциям. Это усугубляет человеческую производительность.»[7]

«Химическая и производственная пыль. Токсические вещества проникают в организм человека через органы дыхания, кишечника и кожи. В воздухе рабочего кабинета или зоны вдыхаются токсины, входят в легкие. После всасывания в кровь яды всасываются и распространяются на все органы и ткани организма, после чего происходит отравление всех органов и тканей. Яды попадают в кишечник при попадании токсических веществ в слизистую ротовую полость. Далее яды направляются в печени, где они обезвреживаются небольшой их части, но большая часть их все таки распространяется по всему организму. Проходят через кожу вещества, отлично растворимые в жире, такие, как бензол, тетраэтилсвинец-(CH_3CH_2)₄Pb. Часть задерживается в печени, мышцах, селезенках, костях и вызывает болезнь. На данном участке промышленная пыль - стальная. Наибольшую опасность для организма представляют мелкие дисперсионные частички пыли. Частицы длиной 0. 2.0. м⁶ В верхней части дыхания задерживаются 5 мг. На начальной стадии поражение пыли в верхнем дыхании связано с зудом и длительными воздействиями, которые

провоцируют кашель, отхаркивание грязной мокроты. Частицы не более 0.1 м^{-6} - наибольшая опасность организма, так как они не задерживаются в верхнем дыхании, а проникают в лёгкие, оседают, вызывают патологические процессы.»[7] В воздухе рабочей зоны можно, чтобы было такое содержание такие следующие вещества: бензин 100 мкг на м3, керосин 300 мкг, бензол 15 мкг, тулуол 50 мкг, Клилол 50 мкг.

Изменения климата и климатических параметров. Определение температуры воздушной среды зависит от того, какое количество выделений тепла есть в рабочей зоне, «источниками которых могут быть нагретые металлы. Согласно санитарным нормам, помещение из-за недостаточного тепловыделения влияющего на температурные характеристики воздуха является «горячим», из-за недостаточного тепловыделения больше 23 г/м^2 .

Увлажнение воздуха - 70 %. Передвижение воздуха не превышает 0.2 метра в секунду. Статические и динамические перегрузки; перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов; монотонные работы негативно влияют на здоровье, вызывают расстройства психики, психического и умственного напряжения.»[7]

3.3 Мероприятия для обеспечения безопасного труда

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

Требования к освещению. Естественное и искусственное освещение производственных помещений должно соответствовать 8 категориям зрительных работ СН, Р23-0595. Для локальной системы освещения необходимо использовать лампы светодиодные с несветящими

отражателями, а защитный угол не менее 30°. Также должны быть предусмотрены меры, направленные на снижение отражённых плотностей света.

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

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

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

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

воздушная вентиляция – процесс осуществляется через окна в крыше предприятия. Принудительная вентиляция осуществляется с помощью вентиляционной установки и систем кондиционирования воздуха. Система центральной системы отопления – это водяная система отопления, которая применяется для обогрева помещений.

«Средства индивидуальной защиты сотрудников. Чтобы защитить сотрудников и работников цеха, участка реза, для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, необходима специальная одежда, специальная обувь, защитные средства.»[7] Для защиты кожи от воздействия специальных смазывающих и охлаждающих жидкостей используются профилактические масочки, мази, кремы и усиленные маски, которые имеют в комплекте угольные сменные фильтры. «В ГОСТах устанавливается и определена специальная одежда для защиты от механических повреждений. Защитные средства от СОЖ – ГОСТ 1212. 4. 06879. Защитные средства для глаз - защитные очки ГОСТ 1212. 4. 00380.

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

Обеспечить пожарную безопасность. Помещения термических цехов оборудованы общим вентиляционным оборудованием. Воздух попадает в верхние или рассеянные зоны помещений или попадает в рабочую зону с скоростью подъема воздуха в рабочую зону со скоростью перемещения не менее 0.2 метра, в течении секунды.»[7] Оборудование, являющееся источником ядовитых и вредных веществ, оборудовано местным отсеком. СН и П21-0797.

Индивидуальная защита. Для защиты глаз от излучения используют металлическую ленту с ячеистой конструкцией 0,008 м на 0,008 м., в которых на уровне лица устанавливается натуральное стекло с толщиной 0,003 м, сгибающееся по лицевой стороне. Для защитного процесса работы, для органов дыхания применяется респиратор RMP- 62 по ТУ1-301-052181. «Специализированные одежды по ГОСТ 12. 4. 03878. Специализированные

обуви, защищающие от повышенных температур, ГОСТ 12. 4. 005078. Средства защиты рук – специальная рукавица ГОСТ12. 4. 001078, защита для дерматологических заболеваний ГОСТ 1212. 4. 06879. Требования безопасности для эксплуатируемого оборудования.»[7]

Главное требование к охране труда, которое предъявляется при разработке техники, автомобилей, отдельных агрегатов и техники в целом, - безопасность работника в целом. Немаловажно, конечно, чтобы все было комфортно и надежно в использовании. И в настоящее время существуют установленные требования к безопасности труда.

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

Надежность эксплуатации техники зависит от возможности избежания сбоев и нарушений в процессе работы. «Ведь самый разный сбой может привести к серьезным последствиям, например, к авариям на производстве или к травмам обслуживающего оборудования персонала. »[7] В обеспечении безопасности огромное значение имеет прочность приборов и оборудования. Прочность конструкции определяется прежде всего прочностью основного материала, используемого для производства, и соединительными элементами. Немаловажными условиями эксплуатации являются, например, наличие смазки или возможность ржавчины в результате воздействия окружающего воздуха, повышенная износостойкость, долговечность работы и т.д.

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

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

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

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

1. Важно полностью привести свою робу в порядок, закрепить рукава, и таким образом защитить руки. В общем, сделать все, чтобы ничего развивающегося не было, которое может зацепить оборудование. Одежда рабочей униформы должна обязательно соответствовать стандартам индивидуального защитного средства.

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

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

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

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

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

Требования к безопасной работе

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

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

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

4. Это те действия, которые недопустимы:

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

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

- Нельзя позволять посторонним людям попасть на рабочую зону.

- Исключить технику самопроизвольно работающую, переключиться на автоматическую или принудительное воздействие на электрические клапаны, блокировать ограждение, выключатель и т.д.»[7] Так как в этом случае это повышает риск травмирования рабочего класса.

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

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

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

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

5. При переходе по линии транспорта использовать мост.

6. Обязательно выключите оборудование из их сетей:

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

- В случае прекращения работы на определенное время.

- В случае перерыва в подаче электроэнергии.

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

- Если у вас есть проблемы, которые нужно исправить.

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

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

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

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

Требования к безопасности при завершении процесса работы:

- Надо полностью проверять технику, убедиться, что все отключено.
- Ручной инструмент должен быть положён на место.
- Убедитесь в том, что жидкость смазывания и охлаждения находится на своем месте.»[7]

- Привести робу в порядок.
- Оставьте посторонние вещи в своем ящике, чтобы в руках не было ничего лишнего.

Принципы пожарной безопасности в рабочем месте

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

Защита объектов промышленного назначения гарантируется, прежде всего, высококачественным отбором информативности пожарной безопасности и защищенности, группировкой пожарной опасности колонны на производстве, негорючей по приделу пожарной опасности. Важно ограничение распространения огня в случае возникновения открытых очагов. Взрывные участки нужно оградить ограждениями и защитными устройствами. Для этого нужно использовать противодымные системы и разработать план оказания эвакуации людей с объекта, а также настроить автоматическую систему тревоги и пожарной сигнализации.

Оценка пожарной безопасности и противопожарной эффективности имеет огромное значение в процессе выполнения мер по пожарной безопасности и взрывной безопасности.

В соответствии с строительными нормами и правилами, указанными в своде правил и норм, производственные помещения, а также здания, которые являются объектами взрывоопасных и аварийных случаях, делятся на категории А, В, V, G, D.

Например, участок изготовления деталей узлов - участок Г, то есть в производстве используются вещества, не горящие в зависимости от его состояния, а также не взрывающиеся.

Если при обработке выделяется лучевая теплота и искра, а при пожаре используется порошок огнетушителя ОП-10А.

Защита электробезопасности в производстве

По электробезопасности участок производства узла сборки относится к особо опасным, поскольку относительная температура достигает 70 градусов. При этом химическая среда очень активна, что негативно влияет на изоляцию электрооборудования. «Таким образом, требуется определённая конструкция установки, применение технических средств и средств для защиты, технические или организационные мероприятия.

Главные технические методы и средства защиты от электрического тока - заземление, разделение и отключение сетей.»[7] Нужно, разумеется, качественно делать изоляцию токоведущих частей. Ну и нужны знаки охраны, защита и ограждение в обязательном порядке по требуемым стандартам.

Экологическая проверка объекта

Для защиты людей необходимо предпринять меры, соблюдать допустимые выбросы вредных веществ в атмосферу.

Для защиты атмосферы на объекте используются специальные очистные установки в помещениях, где расположена малярная или заточная техника. Это оборудование и мероприятия как раз для этого служат и они обязательно должны применяться при необходимости:

- Обеспечивающие механические приборы, в которых пыль возникает при действием тяжести, центробежных сил или просто на инерцию.
- Присадки на топливо, чтобы минимизировать вредные выбросы, сажа, углеводороды и т.д.

Кроме того, на работе создаются скважины для литья, производственной или бытовой воды, а также для воды при мойке автомобилей. Для хозяйственных и бытовых стоков их направляют в центральную систему канализации, куда их утилизируют на выделенных территориях. Иные сорта и виды сточных вод очищаются на специальной технике. Прежде всего производится механическая очистка, т.е. отстой, в

котором удаляются взвесь, дисперсные и коллоиды. В конце концов, все продукты собирают и уничтожают с поверхности водой.

Для очищения ливнеходов и очистки авто используется специальное ЖБИ оборудование и специальные люди, включающие в себя это:

- Песок.
- Мусорщик.
- Атрибут фильтрации – т.е. фильтры, сетки и т.д.
- Компонент автоматического уничтожения углеводородных соединений.
- Усадка.

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

Защита сотрудников при аварийной ситуации

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

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

- При работе любого оборудования, который, в свой очередь, может привести к серьезным повреждениям.
- Если сотрудник получил травму, то необходимо незамедлительно получить первую помощь и сообщить начальству о случившемся. Сам пострадавший, разумеется, должен быть направлен в медучреждение.

В случае возгорания или природного катаклизма необходимо обеспечить оперативную эвакуацию персонала. В соответствии с СНИП П-2-80 должны быть не менее двух пожарных выходов.

- Должно быть лишь по одной двери, ведущей к выходу пожара, в зависимости от уровня и размеров и расположения помещения.
- На площади не менее 110 кв. м допустима работа 5 человек, где производится сборка или изготовление соответствующих деталей категорий А, Б и Е.
- Если объем площади достигает 300 кв. м, то работать должно не менее 25 человек с категорией В.
- А 50 человек на территории площадью более 600 кв. м с производством категория Г и Д.

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

Общие требования по охране труда

«В соответствии со статьей 76 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) работника, не прошедшего в установленном порядке обязательный предварительный или периодический медицинский осмотр.»[6]

«Работника, нуждающегося в соответствии с медицинским заключением в предоставлении другой работы, работодатель обязан с его согласия перевести на другую имеющуюся работу, не противопоказанную ему по состоянию здоровья (статья 72 Трудового кодекса Российской Федерации).»[6]

В организациях не допускается применение труда женщин и лиц в возрасте до восемнадцати лет на работах, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет" соответственно.

«При организации труда женщин и подростков должны соблюдаться установленные для них постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 6 февраля 1993 г. N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную" и постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 7 апреля 1999 г. N 7 "Об утверждении норм предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную" (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 июля 1999 г., регистрационный N 1817) нормы предельно допустимых нагрузок при подъеме и перемещении тяжестей вручную.»[6]

«Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).»[6]

«Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.»[6]

«В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 100 работников и менее решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по

охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).»[6]

«Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.»[6]

«Общие положения и область применения»[6]

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

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

«В соответствии со статьями 9 и 34 Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен

осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата.»[6]

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

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

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

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

«Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям

настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации.»[6]

«Нормативные ссылки»[6]

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

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

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

«Термины и определения»[6]

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

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

«Холодный период года - период года, характеризующий среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10° С и ниже.»

«Теплый период года - период года, характеризующий среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10° С.»[6]

«Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток

через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.»[6]

«Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в °С.»[6]

«Общие требования и показатели микроклимата»[6]

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

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

«Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

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

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

«Оптимальные условия микроклимата»[6]

«Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении

механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.»[6]

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

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

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

Требования по пожарной безопасности

«В целях настоящего Федерального закона применяются следующие понятия:

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

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

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

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

пожарная охрана - совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ.»[6]

Вывод

Работа в данном разделе позволила выявить следующие результаты: - Определены опасные и вредные производственные воздействия при монтаже. Разработаны мероприятия по снижению влияния опасных и вредных производственных воздействий.

Определены меры, которые необходимо предпринять в случае аварии или чрезвычайной ситуации на промышленной площадке. При соблюдении принятых мер площадка может считаться безопасной для людей и окружающих.

4 Технологическая часть

В широком смысле технология - это совокупность приемов и методов получения и обработки сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, которые применяются в процессе производства продукции. Проще говоря, технология - это комплекс организационных мероприятий, направленных на определение текущего состояния научно-технического прогресса, создание, поддержание и эксплуатацию продукции номинального качества и оптимальной стоимости.

Обычно она разрабатывается инженерами, программистами и другими специалистами компании, работающими в соответствующей области. Технологии подразделяются на машиностроение, информационную инженерию, коммуникационную инженерию, технологические инновации, социальную инженерию, образовательную инженерию, строительную инженерию, химическую инженерию и т.д., которые в основном решаются в конкретных производственных отраслях. Технология включает в себя средства и методы, которые воздействуют на выбранный предмет труда. Способ приобретения или изменения выбранного предмета труда почти всегда зависит от средств труда. Например, для изготовления подшипников существуют различные способы работы. «Источники тепла, науки при разработке новых технологий необходимо учитывать, научный результат технологии напрямую зависит от знаний людей, квалификации работников и наличия материально-технических ресурсов, необходимых для обеспечения производства.

Технология - это совокупность методов действия, организационной деятельности и воздействия материальных объектов, энергии, информации и физической или социальной среды жизни, которые организованы или построены в соответствии с алгоритмом. Качество и темпы производства определяются соблюдением техники труда и дисциплины производства. Трудовая дисциплина - это последовательность производства, обеспечение работников сырьем, оборудованием, материалами и рабочей силой без потерь времени. Несоблюдение производственной дисциплины нарушает принцип организации трудового процесса во времени и пространстве, создает хаос и

беспорядок, отсутствие направленности процесса, тем самым ставит под сомнение сам труд и его эффективность. Работодатель несет ответственность за организацию производства, а работники - за его выполнение. «Дисциплина относится к поведению и поступкам людей и может быть разделена на общие ограничения и конкретные общие ограничения для соблюдения законов и правил, установленных государством. Основным законом Российской Федерации является Конституция Российской Федерации. Специальная дисциплина охватывает определенную сферу деятельности и является обязательной только для работников и должностных лиц организации. К специальным дисциплинам относятся школьная дисциплина, воинская дисциплина, дорожная дисциплина, трудовая дисциплина и техническая дисциплина.»[5] Техническая дисциплина - это строгое и тщательное соблюдение требований технического задания на производство, изложенных в технической документации на продукцию. Несоблюдение технической дисциплины может привести к браку, а в некоторых случаях и к серьезным авариям, как в процессе производства, так и при эксплуатации продукции, изготовленной без соблюдения технической дисциплины. Работники, занятые в производстве, должны соблюдать кодекс поведения, изложенный в Законе о трудовых стандартах. Закон о трудовых нормах является основным трудовым законодательством.

4.1 Технологический процесс сборки коробки передач

Анализ изменений конструкции, приводящих к изменению технологии сборки.

Основные конструктивные изменения 6-ступенчатой коробки передач Lada Granta по сравнению со стандартной 5-ступенчатой коробкой передач Lada Granta заключаются в следующем:

Конструкция блоков шестерен для пятой и шестой передач,

Изготовление литой задней крышки для звездочки шестой коробки передач, звездочки шестой коробки передач и задней крышки шестой коробки передач.

Изготовление метрической резьбы первичной и вторичной осей,
«Реконструкция механизма управления коробкой передач.

Необходимо разработать техническую процедуру сборки новой коробки передач. Для разработки новых технологий производства компонентов не требуется, так как они модернизируют уже выпускаемую продукцию и требуют лишь перенастройки необходимого для обработки оборудования.»[5]

4.2 Разработка техпроцесса сборки коробки передач

Технологический производственный процесс - это процесс, включающий работы по сборке компонентов изделия и конфигурации соединений в соответствии с ГОСТ 2387-79. Сборочные операции - это технологические операции по размещению деталей и узлов изделия и формированию соединений. Технологические переходы - это заключительная часть технического процесса, выполняемая одним и тем же техническим оборудованием в определенных технических режимах и на определенных объектах.

Технологический процесс сборки включает подготовительные работы, очистку, сортировку и т.п. сборщиков и деталей, собственно сборку и свинчивание деталей в сборочные единицы, прессование, клепку, сварку и склеивание изделий, регулировку, испытание и разборку частей изделия при подготовке к упаковке и транспортировке. На схеме компоненты изделия показаны в виде прямоугольника, разделенного на три части: 1 сверху - название компонента; 2 внизу слева - письменное название компонента. 3 внизу справа - количество. Планирование сборочных операций определяет последовательность, возможные комбинации времени технологических переходов, выбирает оборудование, компоненты и инструменты, составляет планы установки оборудования, определяет методы работы и устанавливает нормы времени на технологические операции и соответствующий уровень сборщиков.

Сборочные работы выполняются в соответствии с принципами дифференцированной и сосредоточенной дифференцированной работы. При

дифференцированной работе можно выполнять параллельные и совместные сборки и использовать высокопроизводительные сборочные машины. Это сокращает время сборки и тем самым повышает производительность. При концентрации процессов технологические работы выполняются параллельно, последовательно и последовательно-параллельно. Последовательность сборочных операций определяется на основе плана сборки и компоновки собираемого изделия с соблюдением следующих требований: чтобы предыдущие операции не затрудняли выполнение последующих; дифференциация процесса на операции с учетом необходимости дискреционной сборки; после операций с регулировкой или установкой; после операций, где имеются дефекты Контрольные операции должны быть предусмотрены после выполнения операций, которые могут вызвать дефекты сборки.

4.3 Составление перечня сборочных работ

«Перечень должен быть составлен в виде таблички, содержащей названия сборочных операций в порядке, указанном в общей технологической схеме сборки и под сборки, и распределение всех необходимых видов сборки. В зависимости от цели использования, операции можно разделить на: операции механической обработки, выполняемые на сборочном предприятии, упаковка, разборка, изготовление отдельных компонентов, изготовление соединений между компонентами и узлами, операции, связанные с техникой подъема и регулировки. Массовое производство допускает широкое использование специального оборудования, механизацию и автоматизацию производственных процессов, строгое соблюдение принципа совместимости, распределение заданий между конкретным оборудованием путем организации их в последовательности технического потока и резкое сокращение времени сборки. Для операций, которые не укладываются в установленное время цикла, используется дополнительное оборудование.»[5] Перечень сборочных операций приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень сборочных работ [5]

N оп	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время топ, мин.
Общая сборка коробки передач.		
1	«Взять картер коробки передач со вторичным валом в сборе	0,19
2	Зафиксировать картер коробки передач в сборе в приспособление	0,15
3	Зафиксировать на вторичный вал втулку шестерни 5-ой передачи.	0,14
4	Зафиксировать подшипник игольчатый на вал вторичный.	0,24
5	Зафиксировать шестерню 5-ой передачи на вал вторичный.	0,18
6	Взять синхронизатор 5-ой и 6-ой передач в сборе.	0,23
7	Зафиксировать синхронизатор 5-ой и 6-ой передач в сборе на вал вторичный.	0,15
8	Взять втулку шестерни 6-ой передачи вторичного вала.	0,22
9	Зафиксировать втулку шестерни 6-ой передачи на вал вторичный.	0,14
10	Взять подшипник игольчатый шестерни 6-ой передачи вторичного вала.	0,24
11	Зафиксировать подшипник игольчатый шестерни 6-ой передачи на вал вторичный.	0,19
12	Взять шестерню 6-ой передачи вторичного вала.	0,15
13	Зафиксировать шестерню 6-ой передачи на вал вторичный.	0,14
14	Взять крепежные элементы шестерней вторичного вала, шайбу и болт.	0,24
15	Зафиксировать шайбу и болт в торцевое отверстие вторичного вала.	0,18
16	Затянуть болт с усилием не более 0,2 кН.	0,23
17	Взять первичный вал коробки передач	0,16
18	Зафиксировать вал первичный в картер коробки передач	0,22
19	Взять блок шестерен 5-ой и 6-ой передач	0,14
20	Зафиксировать блок шестерен 5-ой и 6-ой передач	0,24
21	Наживить болт фиксирующий блок-шестерен.	0,12
22	Затянуть болт с усилием не более 0,2 кН.	0,14
23	Взять подшипник радиальный шариковый	0,24
24	Зафиксировать подшипник радиальный шариковый на блок шестерен 5-ой и 6-ой передач первичного вала коробки передач	0,19
25	Взять крепежные элементы крышки задней коробки передач, шайба и болт.	0,15
26	Взять крышку заднюю коробки передач.	0,14
27	Наживить крепежные элементы крышки коробки, шайбу и болт.	0,24
28	Затянуть крепежные болты крышки задней коробки передач с усилием не более 0,2 кН.»[5]	0,18
	Итого:	5,17
	$\sum t_{оп}$	5,17

Общее оперативное время на все виды работ

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 5.17 \text{ мин}$$

«Характеристика организационной формы сборки:

Годовой фонд рабочего времени: »[5]

$$\Phi = D_p * c * T_{см} * \eta_p ; \quad (48)$$

«где D_p – число рабочих дней в году;

c – число рабочих смен за день;

$T_{см}$ – длительность рабочей смены;

η_p – коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт

оборудования ($\eta_p=0,98$ – при односменной работе и $\eta_p=0,97$ при двухсменной работе).»[5]

$$\Phi = 289 * 2 * 8 * 0,97 = 4485,28 \text{ ч.} \quad (49)$$

Такт линии:

$$r = \Phi * 60 / N_{год} , \quad (50)$$

«где $N_{год}$ – годовая программа выпуска ($N_{год} = 44000 \text{ шт.}$)»[5]

$$r = 4485,28 * 60 / 44000 = 5,38 \text{ мин/шт.} \quad (51)$$

Ритм линии:

$$R = r / 60 ,$$

$$R = 5,38 / 60 = 0,09 \text{ шт./мин} \quad (52)$$

Темп линии:

$$T_l = 60 / r$$

$$T_l = 60 / 5,38 = 11,2 \text{ шт./ч.} \quad (53)$$

Далее оформляется маршрутная технология в виде таблицы 20.

4.4 Составление маршрутной технологии

Таблица 20 – Маршрутная технология[5]

№ и название операции		Содержание операций, технологических переходов	Используемое оборудование	Время, мин.,
1	2	3	4	5
005	Общая сборка коробки передач	«Достать из контейнера запчастей картер коробки передач со вторичным валом в сборе Зафиксировать картер коробки передач в сборе в специальное устройство для фиксации Зафиксировать на вторичный вал втулку шестерни 5-ой передачи. Зафиксировать подшипник игольчатый на вал вторичный. Зафиксировать шестерню 5-ой передачи на вал вторичный. Достать из контейнера запчастей синхронизатор 5-ой и 6-ой передач в сборе. Зафиксировать синхронизатор 5-ой и 6-ой передач в сборе на вал вторичный. Достать из контейнера запчастей втулку шестерни 6-ой передачи вторичного вала. Зафиксировать втулку шестерни 6-ой передачи на вал вторичный. Достать из контейнера запчастей подшипник игольчатый шестерни 6-ой передачи вторичного вала. Зафиксировать подшипник игольчатый шестерни 6-ой передачи на вал вторичный. Достать из контейнера запчастей шестерню 6-ой передачи вторичного вала. Зафиксировать шестерню 6-ой передачи на вал вторичный. Достать из контейнера запчастей крепежные элементы.»[5]	«Стакан, втулка технологическая, зажим, пуансон, ёмкость для масла, кисть, стол слесарный, пуансон, конус, втулка, стакан.»[5]	5.38

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5
		Зафиксировать вал первичный в картер коробки передач Достать из контейнера запчастей блок шестерен 5-ой и 6-ой передач Зафиксировать блок шестерен 5-ой и 6-ой передач Наживить болт фиксирующий блок-шестерен. Затянуть болт с усилием не более 0,2 кН. Достать из контейнера запчастей подшипник радиальный шариковый Зафиксировать подшипник радиальный шариковый на блок шестерен 5-ой и 6-ой передач первичного вала коробки передач Достать из контейнера запчастей крепежные элементы крышки задней коробки передач, шайба и болт. Достать из контейнера запчастей крышку заднюю коробки передач. Наживить крепежные элементы крышки коробки, шайбу и болт. Затянуть крепежные болты крышки задней коробки передач с усилием не более 0,2 кН.		

Вывод

В технологическом разделе дипломного проекта была составлена блок-схема и доработана маршрутная технология, которая представлена в формате А1.

5 Экономическая эффективность проекта

Параметры эффективности инвестиционного проекта - это дисконтированный чистый доход, внутренняя норма прибыли, норма прибыли на капитал и трудовые затраты и период окупаемости инвестиционного проекта. Чистая прибыль является результатом денежных потоков проекта и рассчитывается как сумма притоков и оттоков денежных средств за период реализации проекта. Если учитывается только ставка дисконтирования, то дисконтированная чистая прибыль остается неизменной. Следующим показателем является внутренняя норма доходности, которая оценивается для того, чтобы инвесторы могли определить эффективность проекта на ранней стадии, и рассчитывается как значение внутренней нормы доходности E_i или E относительно ставки дисконтирования, когда дисконтированная чистая прибыль устанавливается равной нулю. Если внутренняя норма доходности выше ставки дисконтирования, чистый дисконтированный доход положителен, что свидетельствует о состоятельности инвестиционного проекта; если внутренняя норма доходности ниже ставки дисконтирования, чистый дисконтированный доход инвестиционного проекта отрицателен, что свидетельствует о нежизнеспособности инвестиционного проекта. Следующий показатель - норма прибыли проекта. Рентабельность инвестиций обычно рассчитывается путем деления P_d на дисконтированные капитальные вложения в проект плюс один. Следующий показатель - срок окупаемости проекта. Это период между началом реализации проекта и окупаемостью инвестиций, т.е. период (в зависимости от типа периода окупаемости), в течение которого общий чистый приток денежных средств, дисконтированный или недисконтированный, превышает капитал, инвестированный в проект.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 21.

Расчетные данные представлены в таблицах 22, 23 и 24.

5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

«Таблица 21 - Исходные данные[8]

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
2	3	4	5
Годовая программа выпуска изделия	<i>V_{год.}</i>	шт.	44000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Е_{соц.н.}</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Е_{обзав.}</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Е_{ком.}</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Е_{обор.}</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>К_{тзр.}</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Е_{цех.}</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Е_{инстр.}</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>К_{рент.}</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>К_{вып.}</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>К_{прем.}</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>К_{вот.}</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср₅</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср₆</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср₇</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>К_{инв.}</i>	%	0,14

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

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (54)$$

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

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

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

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

«Таблица 22 - Расчет затрат на сырье и материалы[8]

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	2,78	404,49
Прокат Сталь 3	кг	47,36	3,2	151,55
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	3,35	435,73
Бронза (отходы)	кг	3,1	3,4	10,54
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,78	239,80
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	3,98	18,71
Итого				1260,82
<i>Ктзр</i>		1,45		18,28
<i>Квот</i>		1		12,61
Всего				1291,71

$M = 1291,71$ руб.

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma \Pi u = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100$$

где - C_i -оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, (55) руб.

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

Таблица 23 - Покупные изделия [8]

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Подшипник опорный вала	шт.	1784,57	2	3569,14
Кольцо синхронизатора	шт.	985,78	1	985,78
Подшипник игольчатый	шт.	1158,54	1	1158,54
Пробка уровня масла	шт.	22,58	1	22,58
Пробка сливная	шт.	23,54	1	23,54
Гайка	шт.	65,85	2	131,70
Итого				5891,28
<i>Ктзр</i>		1,45		85,42
Всего				5976,70

$\Pi u = 5976,70$ руб.

"Основная заработная плата производственных рабочих"

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

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

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

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

T_i – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 24 - Расчет затрат на выполнение операций[8]

Виды операций	Разряд работы	Трудо-ёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,98	95,29	93,38
Токарная	6	0,58	99,44	57,68
Фрезерная	5	0,54	95,29	51,46
Термообработка	7	0,75	103,53	77,65
Шлифовальная	5	0,45	95,29	42,88
Сборочная	7	1,50	103,53	155,30
Итого				478,34
$K_{прем}$		12		57,40
Всего				535,74

$Z_o = 535,74$ руб.

Расчет статьи затрат "Дополнительная заработная плата

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

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

$Z_{доп} = 535,74 \cdot 0,14 = 75,00$ руб.

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

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

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

$C_{соц.н.} = (535,74 + 75,00) \cdot 0,3 = 183,22$ руб.

Расчет статьи затрат "Расходы на содержание и эксплуатацию

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

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

$$C_{\text{сод.обор.}} = 535,74 \cdot 1,94 = 1039,33 \text{ руб.}$$

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

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

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

$$C_{\text{цех}} = 535,74 \cdot 1,72 = 921,472 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку выполняются по формуле: »[8]

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

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

$$C_{\text{инстр.}} = 535,74 \cdot 0,03 = 16,07 \text{ руб.}$$

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

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

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 1291,71 + 5976,70 + 535,74 + 183,22 + 75,00 + 1039,33 + 921,472 + 16,07 = 10039,26 \text{ руб.}$$

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

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

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

$$C_{\text{обзав.}} = 535,74 \cdot 1,97 = 1055,41 \text{ руб.}$$

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

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

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1055,41 + 10039,26 = 11094,67 \text{ руб.}$$

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

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

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

$$C_{\text{ком.}} = 11094,67 \cdot 0,0029 = 32,17 \text{ руб.}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

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

$$Сполн.с.с. = 11094,67 + 32,17 = 11126,85 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

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

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

$$Цотп.б. = 11126,85 \cdot (1 + 0,3) = 14464,90 \text{ руб.}$$

Сравнительная калькуляция представлена в таблице 25.

Таблица 25 - Сравнительная калькуляция себестоимости[8]

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	1356,30	1291,71
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	6275,54	5976,70
Основная заработная плата производственных	<i>Зо</i>	562,53	535,74
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	78,75	75,00
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	192,38	183,22
Расходы на содержание и эксплуатацию	<i>Ссод.обор.</i>	1091,30	1039,33
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	967,55	921,47
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	16,88	16,07
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	10541,23	10039,26
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1108,18	1055,41
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	11649,40	11094,67
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	33,78	32,17
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	11683,19	11126,85
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	15188,14	15188,14

Расчет точки безубыточности.

Определение переменных затрат: »[8]

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

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

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 1356,30 + 6275,54 + 562,53 + 78,75 + 192,38 = \\ &= 8465,50 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 1291,71 + 5976,70 + 535,74 + 75,00 + 183,22 = \\ &= 8062,38 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«на годовую программу выпуска изделия:

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

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

где - $V_{год}$ - объём производства

$$З_{перем.б.} = 8465,50 \cdot 44000 = 372482143,40 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 8062,38 \cdot 44000 = 354744898,47 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

$$З_{пост.уд.б.} = C_{сод.обор.} + C_{инстр.} + C_{цех.} + C_{обзав.} + C_{ком.} \quad (73)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = C_{сод.обор.} + C_{инстр.} + C_{цех.} + C_{обзав.} + C_{ком.} \quad (74)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1091,30 + 16,88 + 967,55 + 1108,18 + 33,78 = \\ &= 3217,68 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1039,33 + 16,07 + 921,47 + 1055,41 + 32,17 = \\ &= 3064,46 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:»[8]

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

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

$$З_{пост.б.} = 3217,68 \cdot 44000 = 141578104,38 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.пр.} = 3064,46 \cdot 44000 = 134836289,88 \text{ руб.}$$

«Определение амортизационных отчислений:

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

где - H_A - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

$$А_{м.уд.} = (1039,33 + 16,07) \cdot 12 / 100 = 126,65 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

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

$$С_{полн.год.пр.} = 11126,85 \cdot 44000 = 489581188,35 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

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

$$Выручка = 15188,14 \cdot 44000 = 668278322,10 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

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

$$Д_{марж.} = 668278322,10 - 354744898,47 = 313533423,63 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

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

$$А_{крит.} = 134836289,88 / (15188,14 - 8062,38) = 18922,37 \text{ руб.}$$

$$А_{крит.} = 18925 \text{ руб.} \text{ »[8]}$$

График точки безубыточности представлен на рисунке 6.

График точки безубыточности

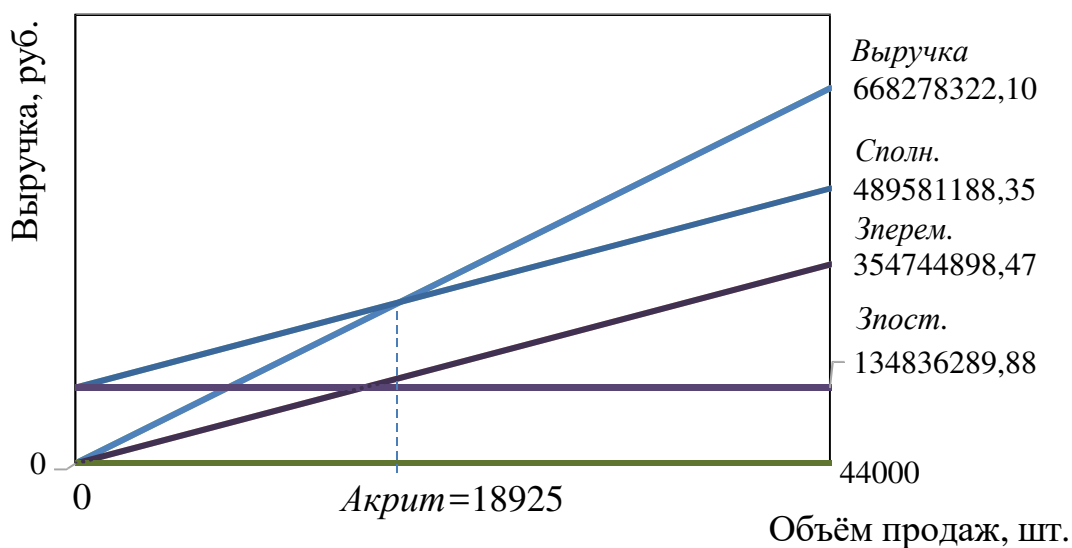


Рисунок 6 - График точки безубыточности

Расчет коммерческой эффективности проекта.

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

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

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

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

$$\Delta = \frac{44000 - 18925}{6 - 1} = 5015 \text{ шт.}$$

«Объем продаж по годам: »[8]

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

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

«Выручка по годам: »[8]

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

«Переменные затраты по годам

для базового варианта: »[8]

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

«для проектного варианта: »[8]

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

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

$$А_{м.} = А_{м.уд.} \cdot V_{год} \quad (87)$$

$$А_{м.} = 126,65 \cdot 44000 = 5572549,86 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость по годам

для базового варианта: »[8]

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

«Дисконтирование денежного потока. »[8]

$$\alpha_{ti} = 1/(1 + Ecm.i)t \quad (89)$$

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

t - год приведения затрат и результатов»[8]

$$«Ecm. = 10 \%$$

$$\alpha_1 = 0,909 \quad \alpha_2 = 0,826 \quad \alpha_3 = 0,751 \quad \alpha_4 = 0,863 \quad \alpha_5 = 0,621»[8]$$

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (90)$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока »[8]

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (91)$$

$$\Sigma ДСП = 132666728,68 + 143909271,63 + 152077953,03 +$$

$$+ 199160470,47 + 160872043,49 = 788686467,30 \text{ руб.}$$

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

$$Jo = K_{инв} \cdot \Sigma C_{полн.пр.i} \quad (92)$$

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

$$Jo = 0,14 \cdot (327849764,19 + 368282620,23 + 408715476,27 +$$

$$+ 449148332,31 + 489581188,35) = 286100833,39 \text{ руб.}$$

«Чистый дисконтированный доход равен: »[8]

$$\text{ЧДД} = \Sigma \text{ДСП} - J_0 \quad (93)$$

$$\text{ЧДД} = 788686467,30 - 286100833,39 = 502585633,92 \text{ руб.}$$

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

$$JD = \text{ЧДД} / J_0 \quad (94)$$

$$JD = 502585633,92 / 286100833,39 = 1,76$$

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$\text{Токуп.} = J_0 / \text{ЧДД} \quad (95)$$

$$\text{Токуп.} = 286100833,39 / 502585633,92 = 0,57$$

График зависимости налогооблагаемой прибыли на рисунке 7

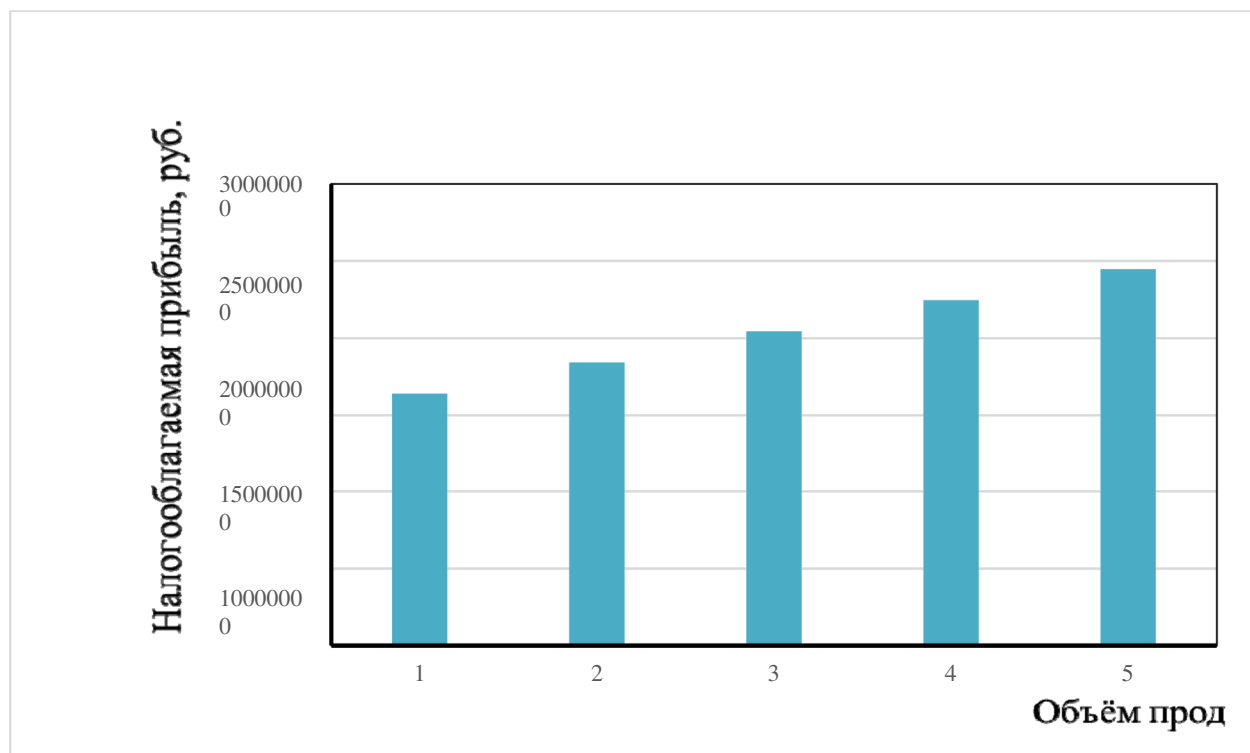


Рисунок 7 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж

Выводы и рекомендации

В результате проведения совокупности конструкторско - технологических мероприятий увеличился ресурс коробки передач и автомобиля при одновременном положительном экономическом эффекте $ID=1,76$.

При расчете экономических показателей по внедрению проектируемой конструкции коробки передач для автомобиля в массовое производство было определено, что себестоимость проектного варианта выше по отношению к себестоимости базового проекта, но в результате увеличения ресурса проектируемого узла 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 в производство составляет 502585633,92 руб. Срок окупаемости данного проекта равен 0,57 года, что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.

Заключение

В результате проектной работы была модернизирована коробка передач LADA GRANTA, которая может быть установлена на серийные автомобили с передним приводом. Особенностью проекта является использование шести передач с сохранением компоновки и первых пяти передач. Это техническое решение снижает производственные затраты и позволяет избежать таких сложностей, как обеспечение запасными частями старых автомобилей или использование новых двигателей; шесть передач снижают расход топлива при максимальной мощности.

В первой главе данного дипломного проекта представлен анализ назначения данной техники и рассмотрены аналоги существующие в мире и также приведено обоснование проекта и описание разработанной конструкции.

Во втором разделе данного дипломного проекта представлен тяговый расчет автомобиля и также конструкторские расчеты разрабатываемого узла.

В третьем разделе представлен раздел по безопасности жизнедеятельности, где был проведен анализ опасных и вредных производственных факторов на производственном участке сборки разработанной конструкции, выявлены причины их возникновения и предложены мероприятия по обеспечению безопасной работы на рабочем участке, также представлены необходимые мероприятия при чрезвычайных ситуациях.

В четвертом разделе представлен технологический процесс сборки разработанной конструкции, сначала был определен список сборочных работ, затем была составлена маршрутная технологическая карта и технологическая блок-схема, представленная на листе чертежа формата А1.

В пятом разделе представлен экономический расчет себестоимости разработанной конструкции в данном дипломном проекте, произведен расчет точки безубыточности, рассчитана налогооблагаемая прибыль с учетом дисконтирования денежных потоков и капиталлообразующих инвестиций, построены графики прибыли и представлены на листе формата А1.

Список используемой литературы

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

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

25. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.
26. Dainius L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. - 2 p.
27. König R. Schmiertechnik / R. König. - Springer, 1972. - p.164.
28. Maten J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE International, 2006. - 400 p.
29. Mikell P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
30. Niemann G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005. Springer, - p.
31. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename, Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.
32. Werner E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. - p. 134.

« Графики тягового расчета

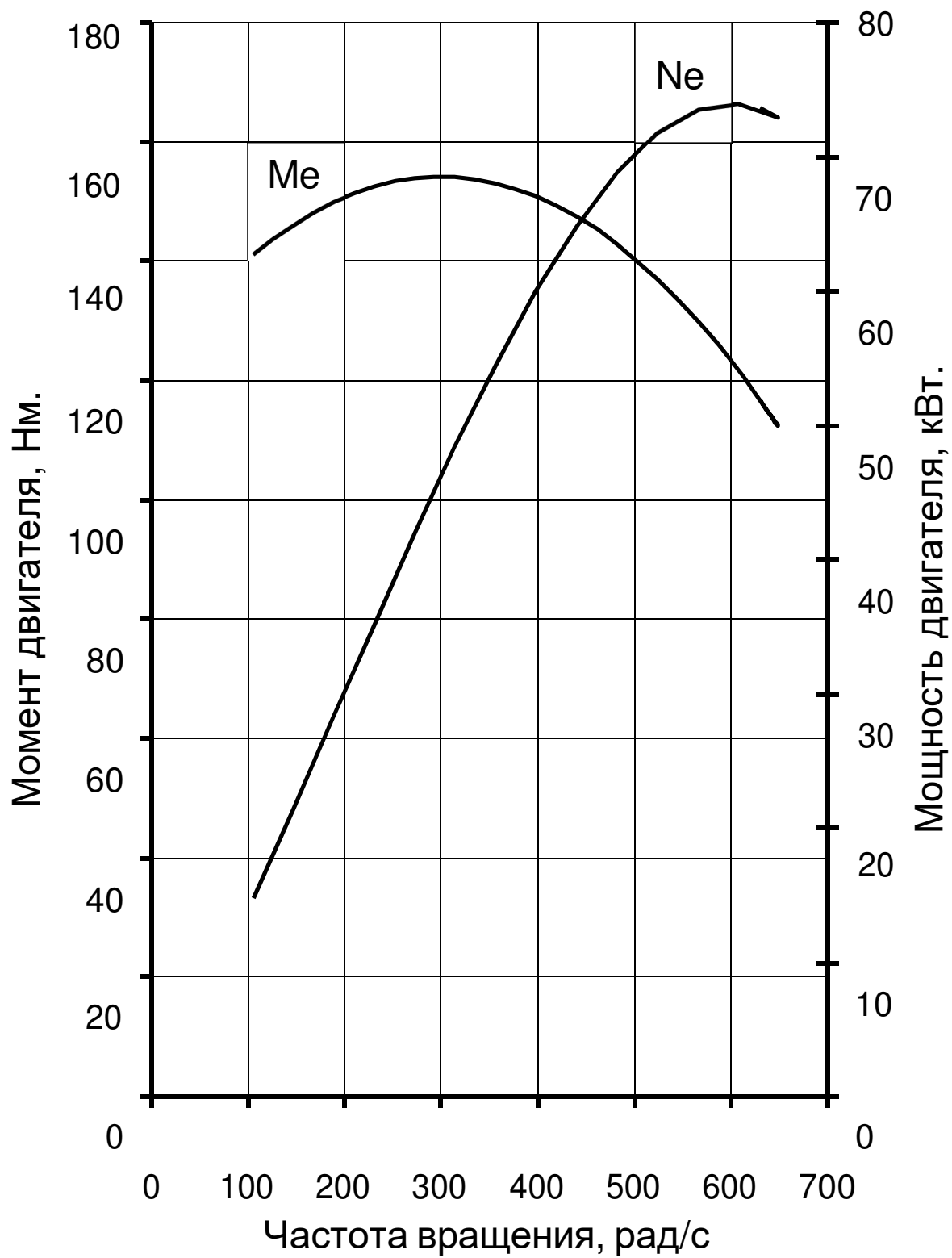


Рисунок А.1 - Внешняя скоростная характеристика»[22]

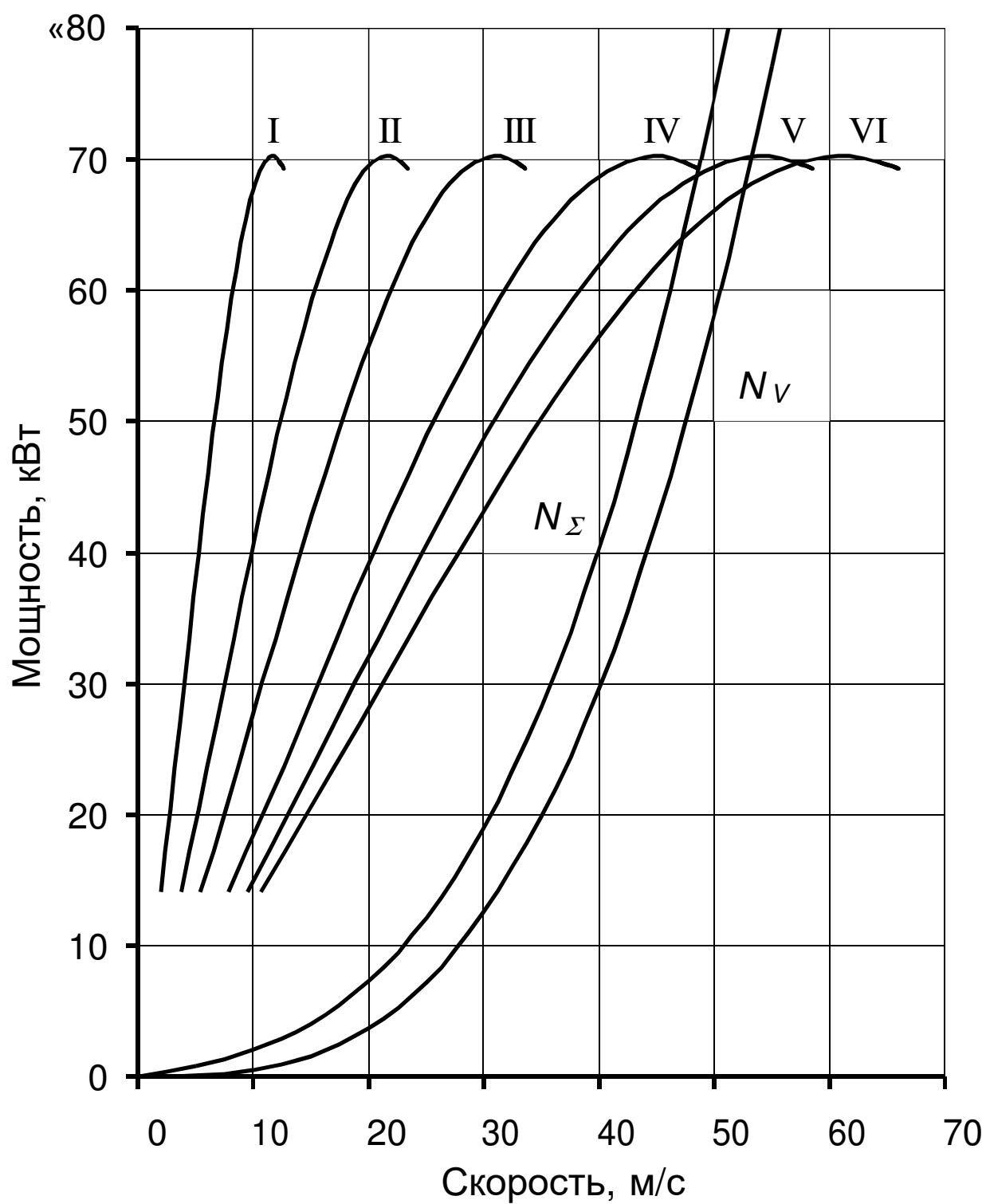


Рисунок А.2 – Баланс мощностей»[22]

Продолжение Приложения А

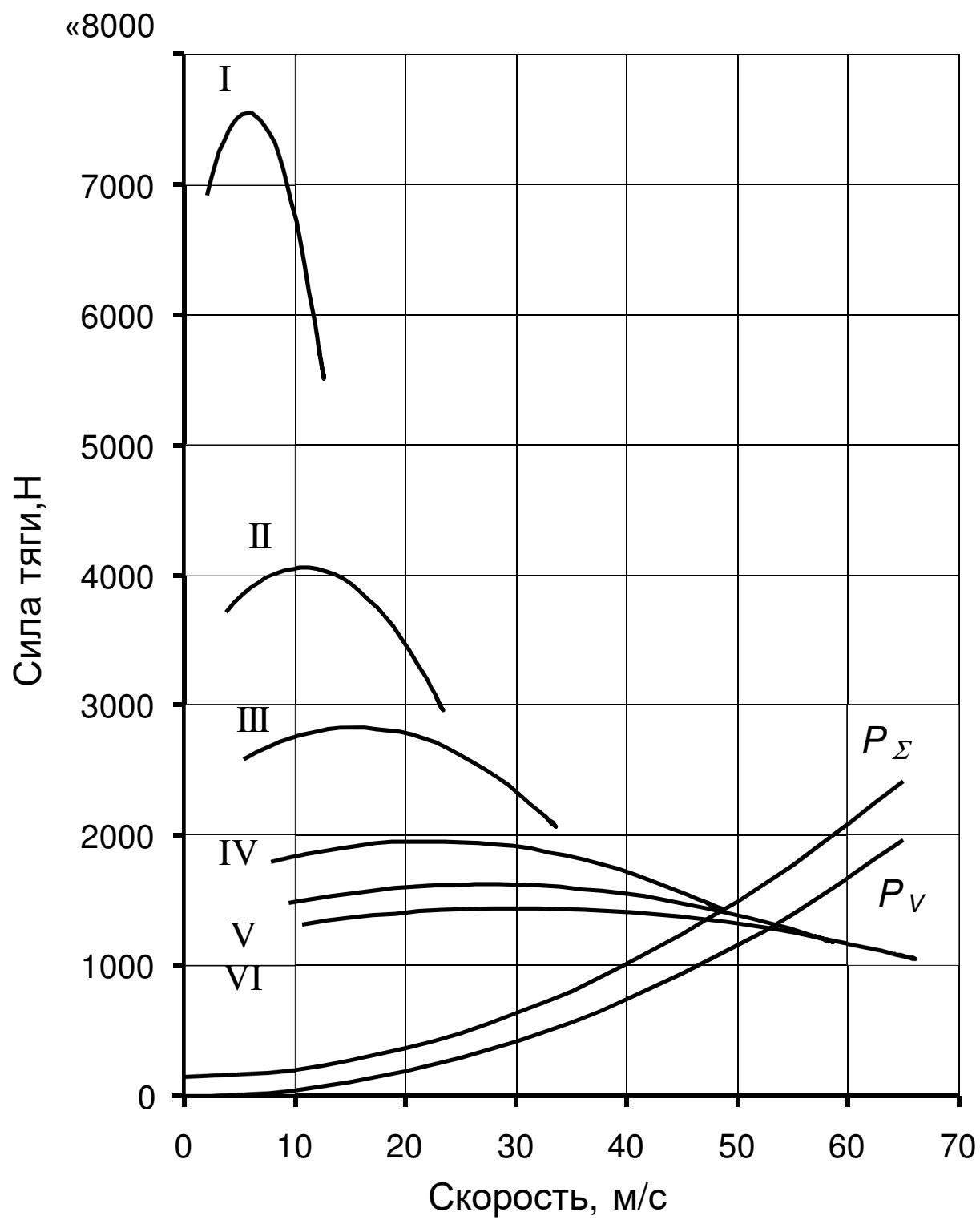


Рисунок А.3 – Тяговый баланс»[22]

Продолжение Приложения А

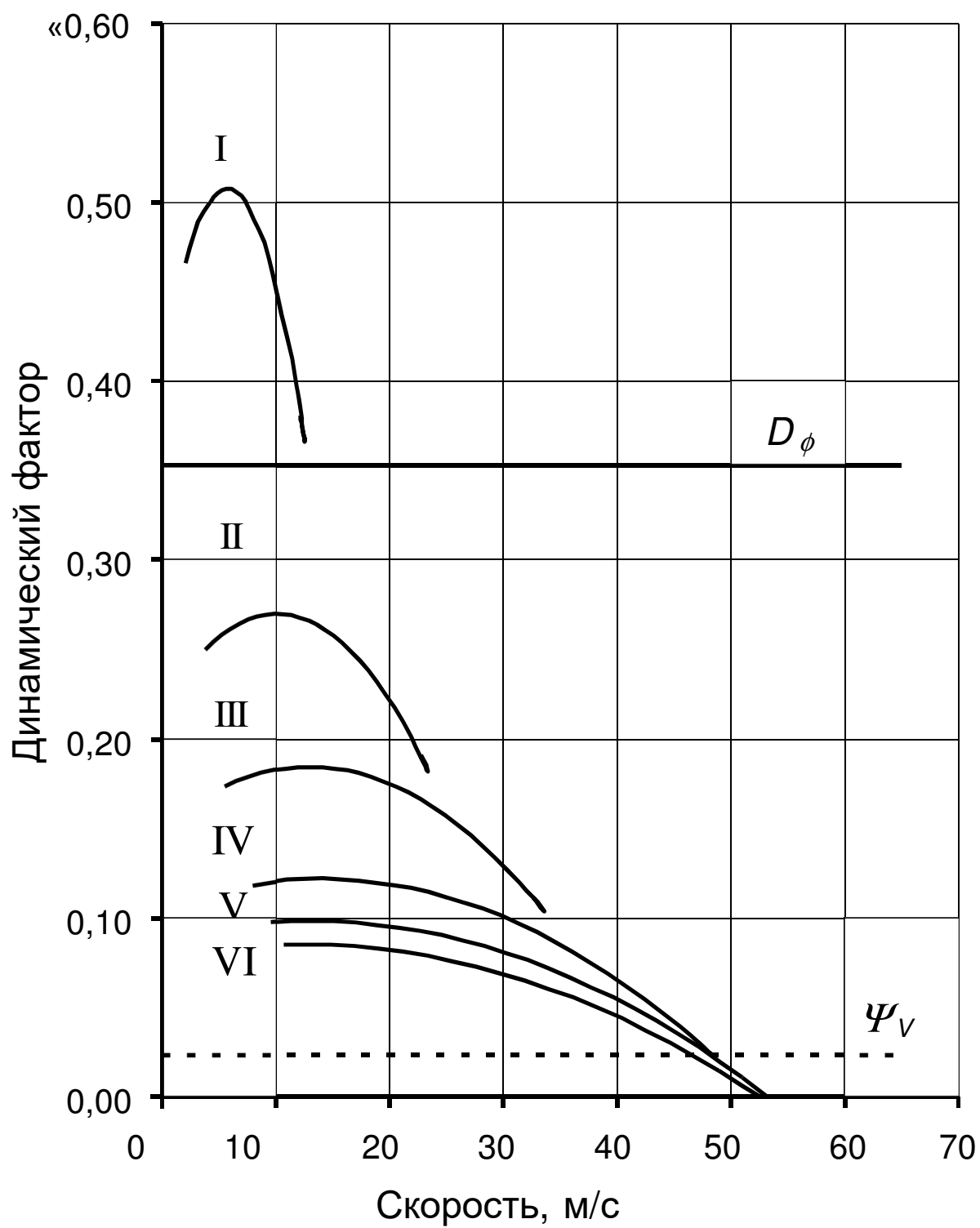


Рисунок А.4 – Динамический баланс»[22]

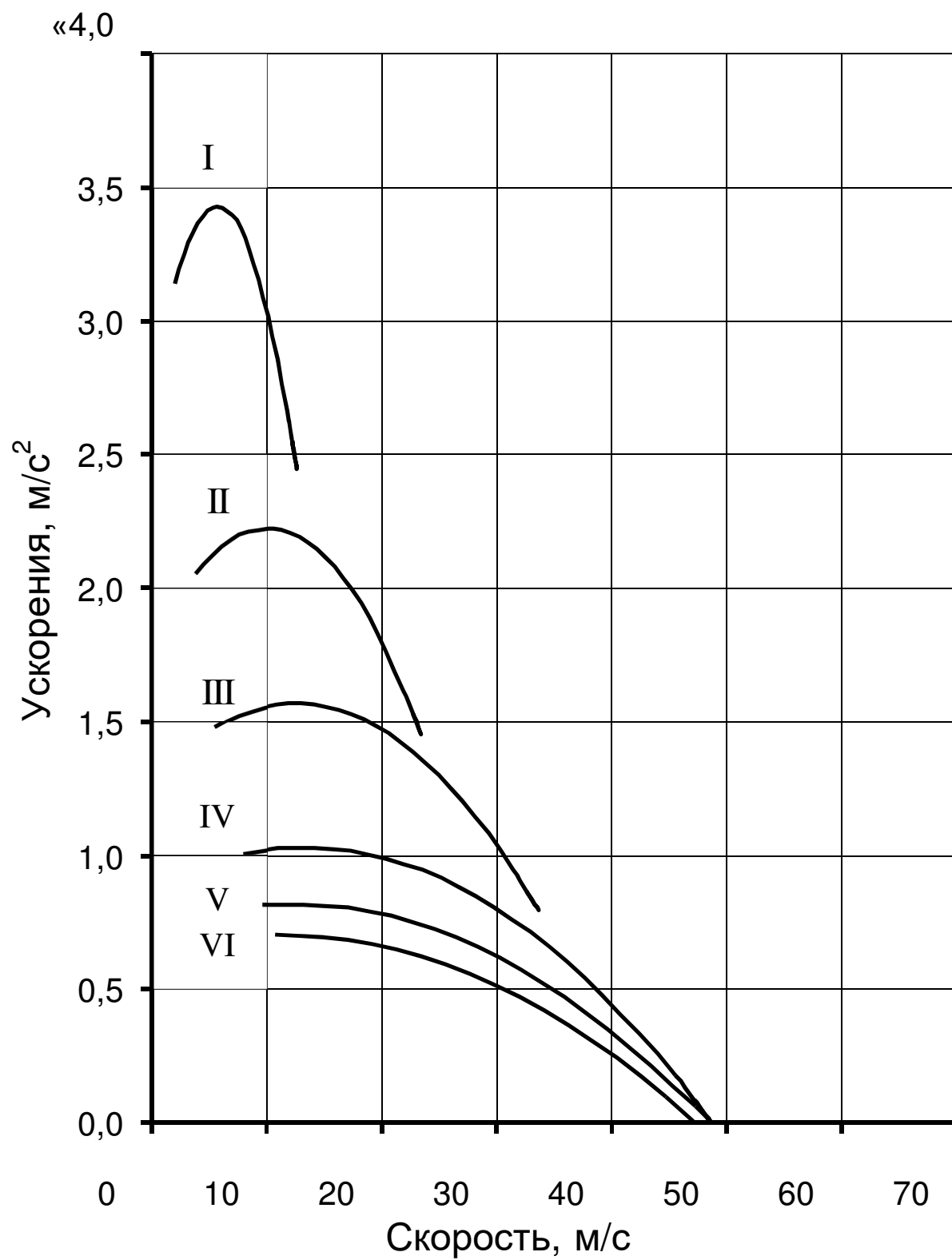


Рисунок А.5 – Ускорение на передачах»[22]

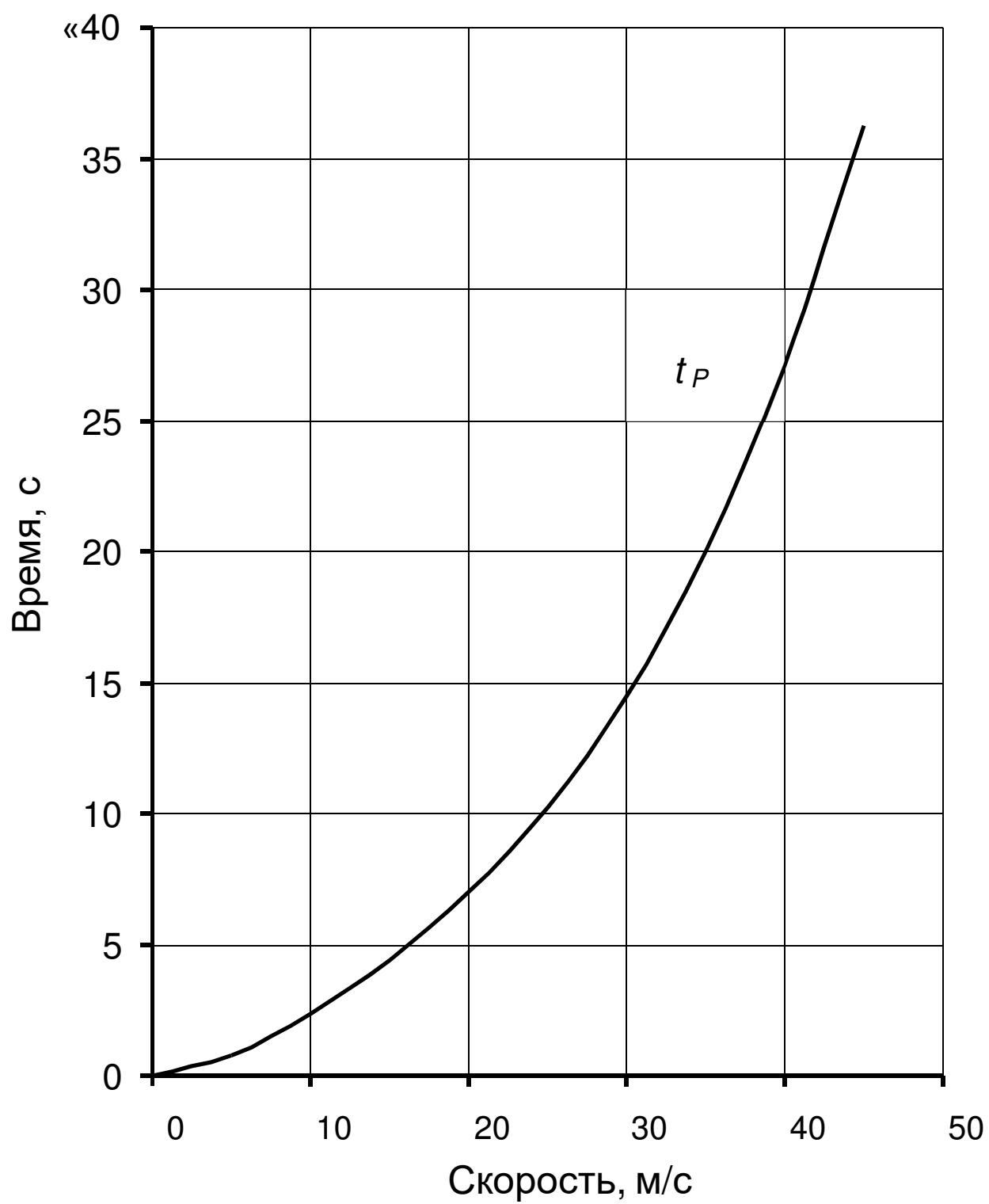


Рисунок А.6 – Время разгона»[22]

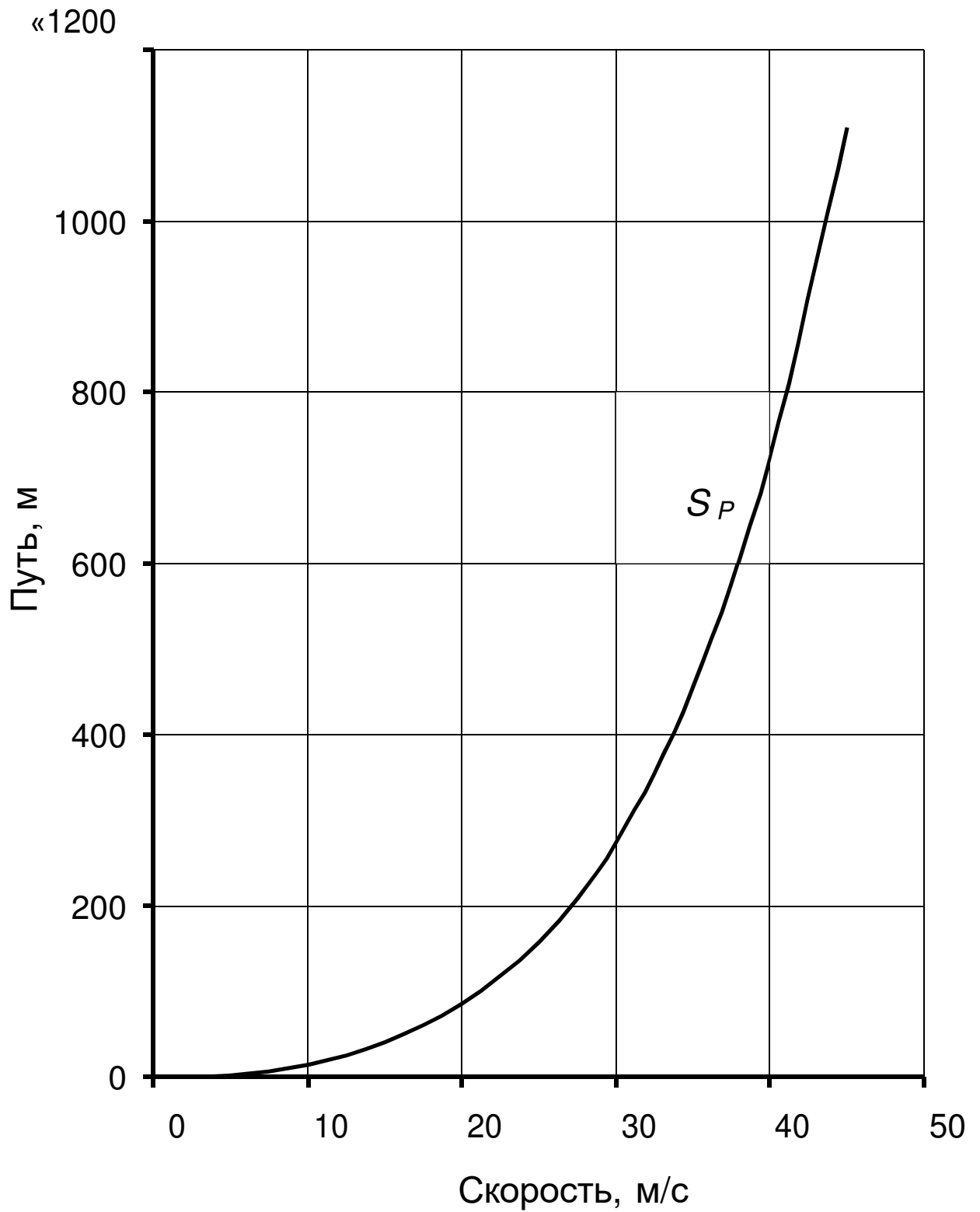


Рисунок А.7 – Путь разгона»[22]

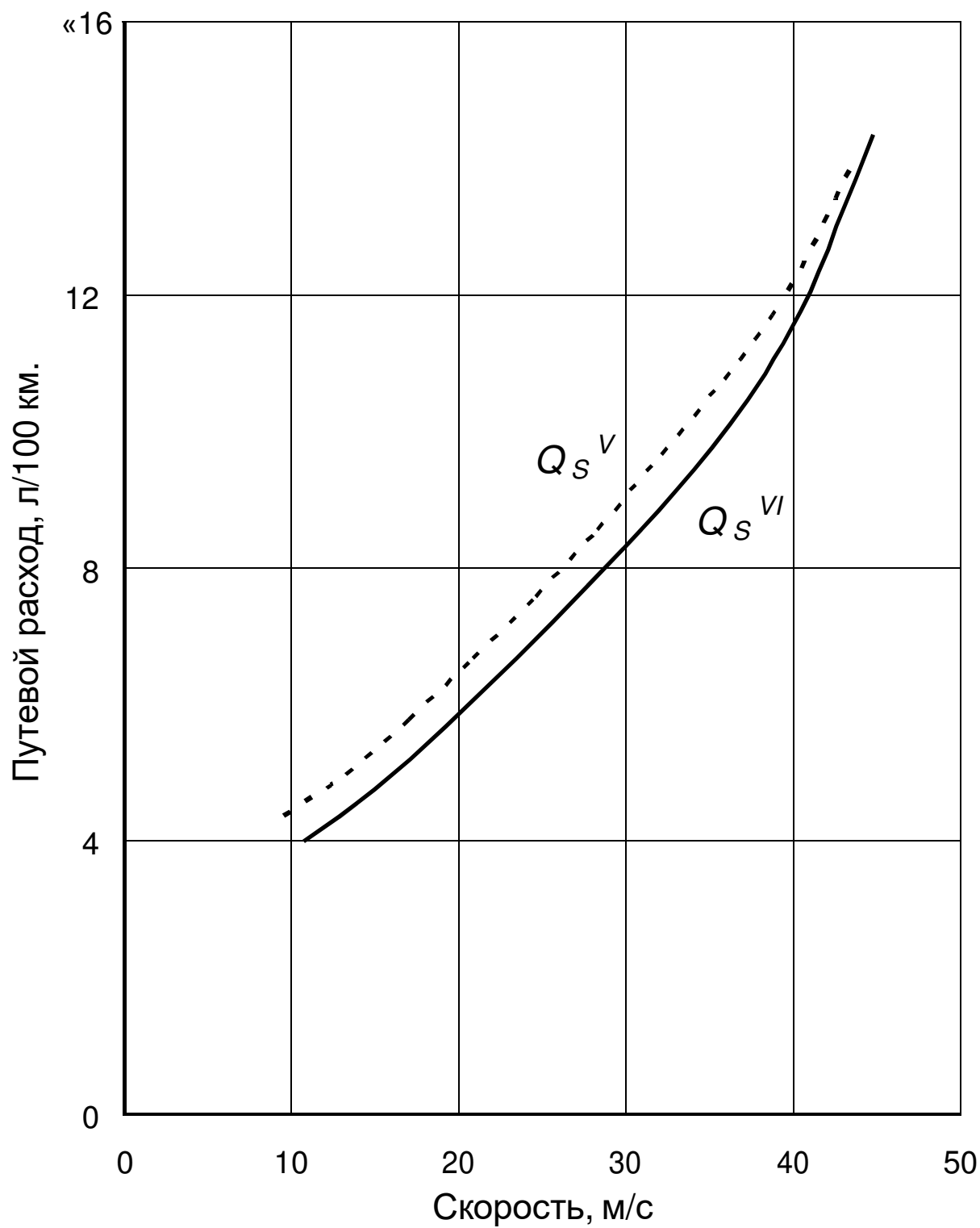


Рисунок А.8 – Путь расход топлива»[22]