

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 Повышение эффективности тормозной системы автомобиля Лада Веста

Студент

А.А.Тимофеев
(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Н.С. Соломатин
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук Л.Л. Чумаков
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

АННОТАЦИЯ

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

Тема дипломного проекта: “Повышение эффективности тормозной системы автомобиля Лада Веста”. Автомобиль должен отвечать современным требованиям, то есть иметь быстрое ускорение, плавное сцепление, шумо- и виброизоляция, надежные системы торможения и рулевого управления, надежную систему зажигания.

Дипломный проект состоит из 85 страниц, включая введение, разделы конструкторской, экономической частей и раздела объекта безопасности. Он также имеет графическую часть 8 листов формата А1.

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

Вторая часть работы посвящена расчетам конструкции транспортного средства. Здесь приведены тягово-динамический расчет, расчет характеристик транспортного средства и расчет конструкции.

Третья часть дипломного проекта - безопасность и экологичность проекта.

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

Данная модернизация, представленная в дипломном проекте, может быть внедрена в массовое производство.

ABSTRACT

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

The topic of the diploma project is “Improving the efficiency of the Lada Vesta brake system”. The automobile must meet up-to-date demands, that is, it must have rapid acceleration, smooth-acting clutch, noise and vibration isolation, dependable braking and steering systems, dependable ignition system.

The diploma project consists of 85 pages, including introduction, and chapters of design, economic parts and the section of the security object. It also have a graphic part of 8 sheets of A1 paper format.

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

The second part of the project is dedicated to vehicle design calculations. Here are the traction and dynamic calculation, calculation of vehicle characteristics and design calculation.

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

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

This modernization, presented in the diploma project, can be implemented in mass production.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1 Назначение тормозной системы.....	6
1.2 Требования к тормозной систем	6
1.3 Классификация конструкций тормозных систем	8
1.4 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию тормозов. 10	
1.5 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию тормозов	11
2 Конструкторская часть.....	12
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	12
2.2 Расчет тормозной системы автомобиля	26
3 Безопасность и экологичность объекта.....	48
4 Экономическая эффективность проекта	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	75
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графики тягового расчета.....	77

ВВЕДЕНИЕ

Отрасль автомобилестроения одно из ведущих направлений развития мировой экономики. Эффективная работа автотранспорта имеет огромное значение для всех остальных отраслей промышленности. Инновации и разработка новых технологий, также имеют немаловажное значение для развития всей мировой промышленности. Немаловажный смысл имеют разработка и создание больше современных моделей, улучшение системы агрегатов, совершенствование их эксплуатационных свойств.

Основными направлениями для дальнейшего развития технического уровня автомобилей - это уменьшение расхода топлива и масла, уменьшение трудоемкости техобслуживания, уменьшение себестоимости материалов на изготовление автомобиля, уменьшение уровня шума, токсичности выхлопных газов, улучшение надежности и безопасности автомобилей.

Достичь топливной экономичности можно за счет меньшей массы автомобиля, улучшение аэродинамики кузова автомобиля, установление более современных двигателей, или переводом на другие виды топлива, например, газ или дизель.

Применение более совершенных конструкций в трансмиссии и других узлах. Более широкое применение электронных технологий, позволяющих работать автомобилям в оптимальных режимах. Массу автомобиля можно уменьшать за счет новых технологичных конструкционных материалов, алюминий, углепластик, современные высокопрочные стали, легированные стали и т.д.

Внедрение системы трехмерного проектирования позволит уменьшить трудоемкость конструкторских работ и обеспечить высокую точность и высокое качество изготовления деталей для автоматизированных линий производства.

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение характеристик тормозной системы переднеприводного автомобиля 2-го класса, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение тормозной системы

Автомобильная тормозная система (англ. – brake system) относится к системам активной безопасности и предназначена для изменения скорости движения автомобиля до полной его остановки, в том числе аварийной, а также удержания автомобиля на месте в течение длительного периода времени. Для выполнения этих функций используются следующие типы тормозных систем: рабочие (или основные), запасные части, стояночные, вспомогательные и антиблокировочные (курсовая устойчивость системы). Совокупность всех тормозных систем автомобиля называется тормозным управлением.

1.2 Требования к тормозной системе

Работа (основной) тормозной системы

Основной задачей работающей тормозной системы является регулирование скорости автомобиля до полной остановки. Основная тормозная система состоит из тормозного привода и тормозных механизмов. В автомобилях в основном используется гидравлический привод.

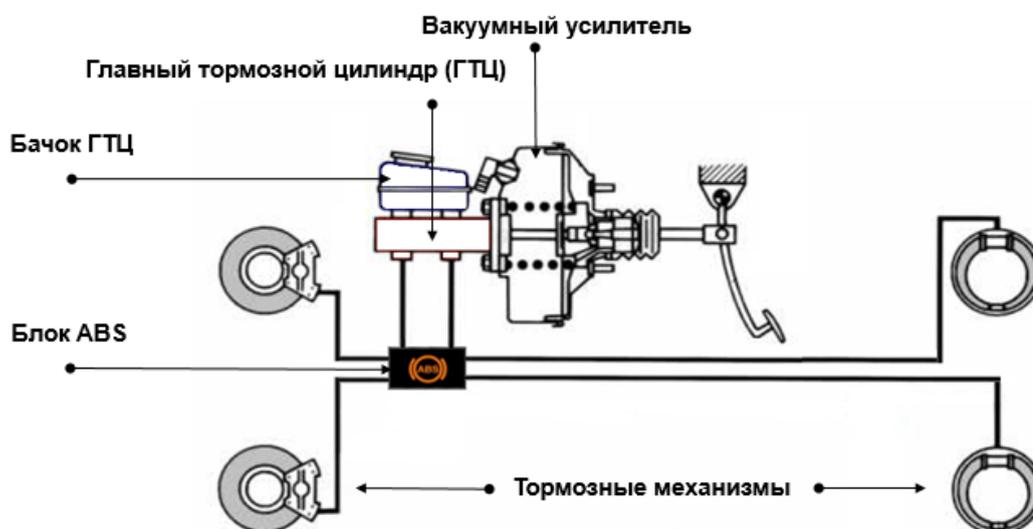


Рисунок 1.1 - Схема тормозной системы автомобиля

Гидравлический блок состоит из:

главный тормозной цилиндр (ГТС); вакуумный усилитель; регулятор давления в задних тормозных механизмах (если АБС отсутствует); блок АБС (если имеется); «тормозной рабочий цилиндр; рабочие контуры. Главный тормозной цилиндр преобразует усилие, передаваемое водителем на педаль тормоза, в давление рабочей жидкости в системе и распределяет его по всему контуру работы.»[14] Для увеличения силы, создающей давление в тормозной системе, гидравлика агрегата оснащена вакуумным усилителем.

Регулятор давления предназначен для снижения давления в тормозном креплении задних колес, что способствует более эффективному торможению.

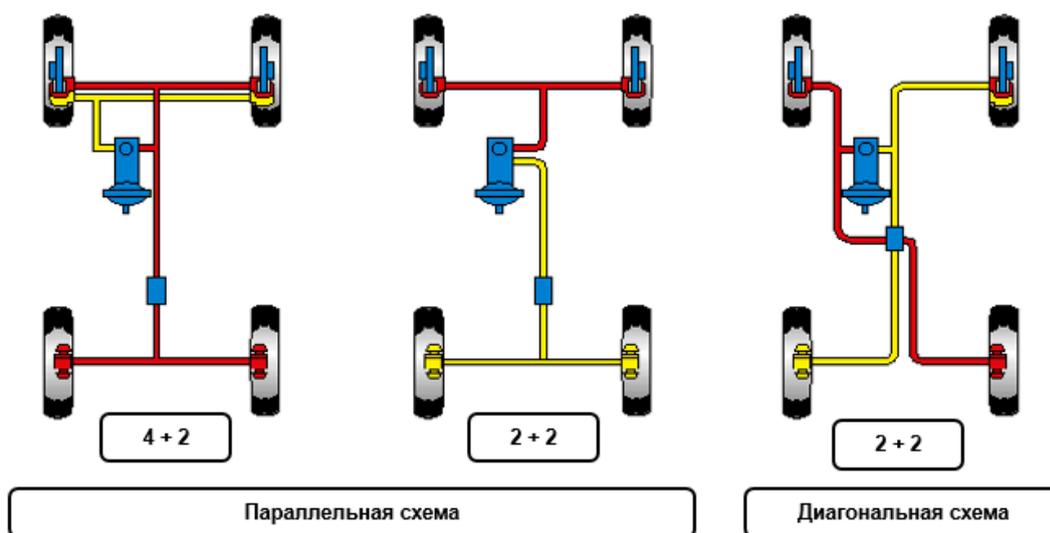


Рисунок 1.2 - Виды контуров тормозной системы

«Контуров тормозной системы, представляющей собой замкнутую систему труб, соединяют главный тормозной цилиндр и тормозные механизмы колес. Контуров могут дублировать друг друга или выполнять только свои собственные функции. Наиболее популярна двухконтурная схема тормозного привода, в которой пара контуров работает по диагонали.»[14]

Система аварийного торможения используется в случае аварийного или аварийного торможения в случае ошибки или аномалии в работе центральной системы. Выполняет те же функции, что и рабочая тормозная система, и может работать как в составе системы рабочей, так и в качестве самостоятельного агрегата.

Стояночная тормозная система

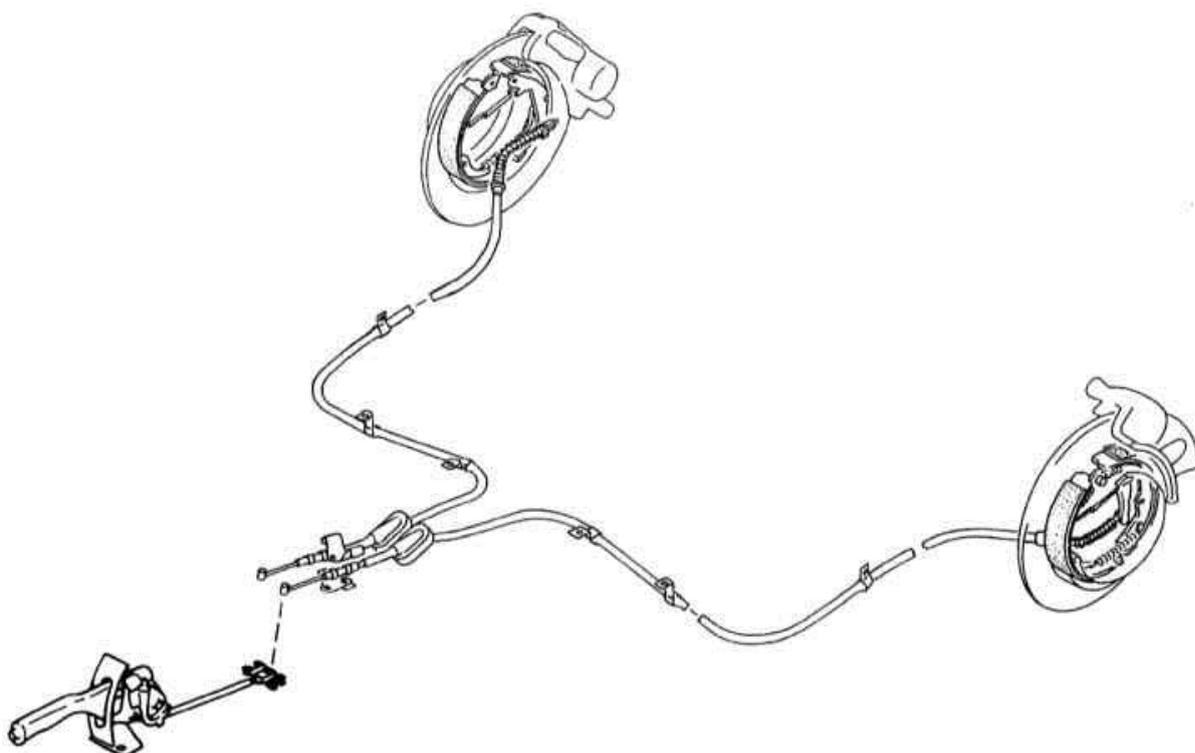


Рисунок 1.3 - Схема стояночного тормоза

Основными функциями и назначением стояночной тормозной системы являются: длительное удержание транспортного средства на месте, исключающее самопроизвольное движение автомобиля на склоне; аварийное и экстренное торможение при отказе тормозной системы.

1.3 Классификация конструкций тормозных систем

«Тормозная система

Основой тормозной системы являются тормозные механизмы и их приводы. Тормозная система, используется для создания тормозного момента, необходимого для торможения и остановки транспортного средства. Механизм установлен на ступице колеса, и принципы его работы основаны на использовании силы столкновения-трения. Тормозная система может быть дисковой или барабанной. »[14]

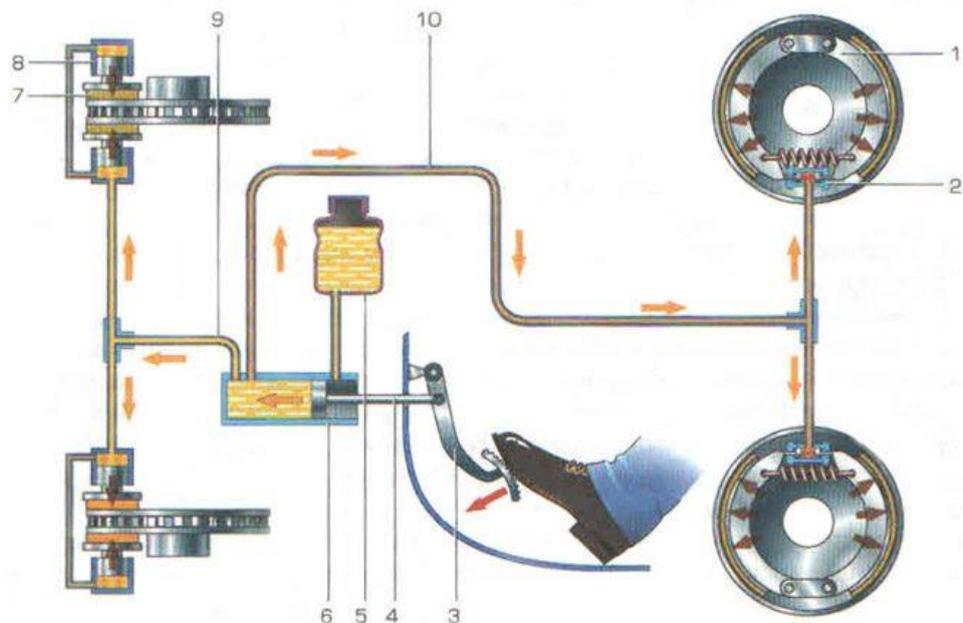


Рисунок 44. Общая схема тормозной системы легкового автомобиля:

- 1 - тормозная колодка заднего тормозного механизма (барабанного)
- 2 - тормозной цилиндр заднего колеса
- 3 - педаль тормоза
- 4 - шток с поршнем
- 5 - тормозной бачок
- 6 - главный тормозной цилиндр
- 7 - тормозная колодка переднего тормозного механизма (дискового)
- 8 - колесный тормозной цилиндр
- 9 - трубопровод передних колес
- 10 - трубопровод задних колес

Рисунок 1.4 - Тормозная система

Управляет тормозными механизмами привод.

Гидравлический привод - не единственный, используемый в тормозной системе. Таким же образом, система стояночного тормоза использует «механический привод, который представляет собой комбинацию стержней, рычагов и тросов. Устройство соединяет тормоза заднего колеса с рычагом стояночного тормоза. »[14] Существует также электромеханический стояночный тормоз, который использует электрический привод. Гидравлическая тормозная система может включать в себя различные электронные системы: антиблокировочную систему, систему контроля устойчивости, аварийный усилитель тормозов и систему помощи при торможении. «Существуют и другие типы тормозного привода: пневматический, электрический и комбинированный. Последний может быть представлен как пневмогидравлический или гидропневматический. »[14]

«Принцип работы тормозной системы

Тормозная система работает следующим образом: при нажатии на педаль тормоза водитель создает усилие, которое передается на вакуумный усилитель. Затем он увеличивается в пустоте усилителя и передается на главный тормозной цилиндр. Плунжер КГТ перекачивает жидкость в колесные цилиндры по трубам, что повышает давление в тормозном узле, а поршни рабочих цилиндров перемещают тормозные колодки к дискам. Кроме того, при нажатии на педаль давление жидкости увеличивается еще больше, что приводит в действие тормозные механизмы для торможения вращения колес. Давление рабочей жидкости может быть сосредоточено от 10 до 15 МПа. Чем он больше, тем эффективнее торможение. Уменьшение тормозной педали производится для возврата в исходное положение под действием возвратной пружины. КГТ поршня также возвращается в нейтральное положение. Рабочая жидкость также перемещается в главный тормозной цилиндр. Колодки освобождают диски или барабаны. Давление в системе падает.»[14]

Тормозная система является основой безопасности вождения. Поэтому ей всегда следует уделять много внимания. Если система рабочего тормоза выходит из строя, то транспортное средство не должно эксплуатироваться полностью.

1.4 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию тормозов

Безопасность движения автомобилей на высоких скоростях в значительной степени определяется эффективностью действия и безопасностью тормозов.

Эффективность тормозной системы определяется по тормозному пути или времени движения автомобиля до полной остановки.

Поэтому основной целью данного дипломного проекта – повышение тормозных качеств автомобиля.

1.5 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию

тормозов

Основной задачей при разработке новой конструкции тормозов является обеспечение надежной работы тормозных механизмов.

Решается эта задача следующим способом.

Предлагается заменить в тормозных механизмах тормозные диски. В место стандартных предлагается установка вентилируемых тормозных дисков с вентиляционными каналами направленными не радиально, а по дуге по ходу движения автомобиля, что обеспечивает гораздо больше пропускную способность воздуха, а значит и лучшее охлаждение и также в дисках имеются отверстия, что также улучшает охлаждение диска. Дисковый тормозной механизм с модернизированными дисками имеет ряд преимуществ перед механизмом со стандартными дисками:

- При нагреве характеристики тормозов падают, тогда как у проектных дисков охлаждение в несколько раз лучше и поэтому эффективность тормозной системы автомобиля гораздо выше, особенно в жаркую погоду и в городских условиях;
- Температурная стойкость дисков выше, в частности, из-за того, что они лучше охлаждаются;
- Меньшие вес и размеры;
- Повышается чувствительность тормозов, лучшая информативность;
- Время срабатывания уменьшается;
- Около 70% кинетической энергии автомобиля гасится передними тормозами, применение в задних дисковых тормозных механизмах модернизированные тормозные диски позволяют снизить нагрузку на передние тормозные механизмы;
- Температурные изменения окружающей среды не влияют на

качество прилегания тормозных колодок к поверхности тормозного диска.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные

«Число ведущих колес	$n_k = 2$
Собственная масса, кг	$m_o = 1230$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 51,67$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с	$\omega_{max} = 680,7$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 88$
Коэффициент аэродинамического сопротивления	$C_x = 0,38$
Величина максимально преодолеваемого подъема	$\alpha_{max} = 0,20$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м ²	$H = 2,00$
Коэффициент сопротивления качению	$f_{ko} = 0,010$
Число передач в коробке передач.....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось	51
задняя ось.....	49
Плотность воздуха, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$ »[2]

«2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

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

$$G_A = G_o + G_{II} + G_B, \quad (2.1)$$

«где G_o - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;»[2]

$$G_o = m_o \cdot g = 1230 \cdot 9,807 = 12063 \text{ Н} \quad (2.2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (2.3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (2.4)$$

$$G_A = 12063 + 3678 + 490 = 16231 \text{ Н} \quad (2.5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 51 = 16231 \cdot 51 = 8278 \text{ Н} \quad (2.6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 49 = 16231 \cdot 49 = 7953 \text{ Н} \quad (2.7)$$

«б) Подбор шин

Шины выбираются по нагрузке, приходящейся на колесо с помощью Краткого автомобильного справочника [6]

На автомобиле установлены радиальные шины 195/55 R16.»[2]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2.8)$$

«где r_k – радиус качения колеса;

r_{CT} – статический радиус колеса;

$B = 195$ – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,55$ – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 406,4$ – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 406,4 + 0,55 \cdot 0,85 \cdot 195) \cdot 10^{-3} = 0,294 \text{ м} \quad (2.9)$$

«2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи»[2]

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.10)$$

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

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным»[2] 0,784.

$$U_0 = (0,294 \cdot 680,7) / (0,784 \cdot 51,67) = 3,938 \quad (2.11)$$

«2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (2.12)$$

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

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

$$\psi_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (2.13)$$

$$\psi_v = 0,010 \cdot (1 + 51,67^2 / 2000) = 0,023$$

$$N_v = (16231 \cdot 0,023 \cdot 51,67 + 0,38 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 51,67^3 / 2) / 0,91 = 95983 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (2.14)$$

«где a, b, c – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$), $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ (примем $\lambda = 1,05$). »[2]

$$N_{MAX} = 95983 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 96478 \text{ Вт} \quad (2.15)$$

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана: »[2]

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.16)$$

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

Определение значений крутящего момента производится по формуле: »[2]

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (2.17)$$

«Таблица 2.1 - Внешняя скоростная характеристика»[2]

Об дв, об/м	Угл. ск, рад/с	Мощн дв, кВт	Мом дв, Н*м
845	88	14,6	166,3
1290	135	23,4	173,4
1750	182	32,6	178,9
2180	229	41,9	182,8
2640	276	51,2	185,2
3070	324	60,2	186,0
3540	371	68,7	185,3
3980	418	76,4	182,9
4440	465	83,2	179,0
4890	512	88,9	173,5
5340	559	93,1	166,5
5790	606	95,7	157,8
6240	653	96,5	147,6
6690	701	95,2	135,8
6500	681	96,0	141,0

n_e - «обороты двигателя, об/мин; »[2]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (2.18)$$

«2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

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

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

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0} \quad (2.19)$$

«где ψ_{MAX} - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вылечены преодолеваемого подъёма»[2]

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

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,20 = 0,223 \quad (2.20)$$

$$U_1 \geq 16231 \cdot 0,223 \cdot 0,294 / (186,0 \cdot 0,91 \cdot 3,938) = 1,601$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\text{MAX}} \cdot \eta_{\text{TP}} \cdot U_0}, \quad (2.21)$$

«где $G_{\text{сц}}$ - сцепной вес автомобиля»[2] ($G_{\text{сц}} = G_1 \cdot m_1 = 8278 \cdot 0,9 = 7450$ Н,

m_1 - «коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса), φ - коэффициент сцепления ($\varphi = 0,8$). »[2]

$$U_1 < 7450 \cdot 0,8 \cdot 0,294 / (186,0 \cdot 0,91 \cdot 3,938) = 3,636$$

«Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 3,600$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен: »[2]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,600 / 0,784)^{1/4} = 1,464 \quad (2.22)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,600 / 1,464 = 2,459; \quad (2.23)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,459 / 1,464 = 1,680; \quad (2.24)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,680 / 1,464 = 1,148; \quad (2.25)$$

$$U_5 = 0,784. \quad (2.26)$$

«2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{\text{КП}} \cdot U_0} \quad (2.27)$$

«Таблица 2.2 - Скорость автомобиля на различных передачах»[2]

Обор д- тя, об/мин	Скор 1ой пер, м/с	Скор 2ой пер, м/с	Скор 3ей пер, м/с	Скор 4ой пер, м/с	Скор 5ой пер, м/с
840	1,8	2,7	3,9	5,7	8,4
1290	2,8	4,1	6,0	8,8	12,9
1740	3,8	5,5	8,1	11,9	17,4
2190	4,8	7,0	10,2	14,9	21,9
2640	5,7	8,4	12,3	18,0	26,4
3090	6,7	9,8	14,4	21,1	30,9
3540	7,7	11,3	16,5	24,1	35,3
3990	8,7	12,7	18,6	27,2	39,8
4440	9,7	14,1	20,7	30,3	44,3
4890	10,6	15,6	22,8	33,4	48,8
5340	11,6	17,0	24,9	36,4	53,3
5790	12,6	18,4	27,0	39,5	57,8
6240	13,6	19,9	29,1	42,6	62,3
6690	14,5	21,3	31,2	45,6	66,8
6500	14,1	20,7	30,3	44,3	64,9

«2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах»[2]

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.л.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_k} \quad (2.28)$$

«Таблица 2.3 - Тяговый баланс»[2]

Об д- тя, об/мин	Сила т на 1 ой, км/ч	Сила т на 2 ой, км/ч	Сила т на 3 ей, км/ч	Сила т на 4ой, км/ч	Сила т на 5ой, км/ч
840	7287	4978	3401	2323	1587
1290	7598	5191	3546	2422	1655
1740	7840	5356	3659	2499	1707
2190	8013	5474	3740	2555	1745
2640	8118	5545	3788	2588	1768
3090	8153	5569	3805	2599	1776
3540	8119	5546	3789	2588	1768
3990	8017	5476	3741	2556	1746
4440	7845	5359	3661	2501	1708
4890	7605	5195	3549	2424	1656
5340	7295	4984	3404	2326	1589
5790	6917	4725	3228	2205	1506
6240	6470	4420	3019	2063	1409
6690	5954	4067	2778	1898	1297
6500	6180	4222	2884	1970	1346

«2.1.8 Силы сопротивления движению»

Сила сопротивления воздуха: »[2]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (2.29)$$

«Сила сопротивления качению: »[2]

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (2.30)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.31)$$

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

Таблица 2.4 - Силы сопротивления движению»[2]

Скор, м/с	Сила опр. Возд, Н	Сила опр. кач, Н	Суммарн я сила сопр. движ, Н
0	0	162	162
5	12	164	177
10	49	170	220
15	111	181	291
20	197	195	391
25	307	213	520
30	442	235	678
35	602	262	864
40	786	292	1078
45	995	327	1322
50	1228	365	1594
55	1486	408	1894
60	1769	454	2223
65	2076	505	2581

«2.1.9 Динамический фактор»[2]

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.32)$$

$$D_{\varphi} = \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.33)$$

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

Таблица 2.5 - Динамический фактор на передачах»[2]

Обор дв-ля, об/мин	Динамически й фактор 1ой передаче	Динамически й фактор 2ой передаче	Динамически й фактор 3ей передаче	Динамически й фактор 4ой передаче	Динамически й фактор 5ой передаче
840	0,449	0,307	0,209	0,142	0,096
1290	0,468	0,319	0,217	0,147	0,097
1740	0,483	0,329	0,223	0,150	0,096
2190	0,493	0,336	0,227	0,151	0,093
2640	0,499	0,340	0,229	0,150	0,088
3090	0,501	0,340	0,228	0,147	0,081
3540	0,498	0,338	0,225	0,142	0,071
3990	0,492	0,333	0,220	0,135	0,060
4440	0,481	0,324	0,213	0,126	0,046
4890	0,465	0,313	0,203	0,116	0,030
5340	0,445	0,298	0,191	0,103	0,012
5790	0,421	0,281	0,177	0,089	-0,008
6240	0,393	0,260	0,160	0,072	-0,031
6690	0,360	0,237	0,142	0,054	-0,055
6500	0,375	0,247	0,150	0,062	-0,045

«2.1.10 Ускорения автомобиля»[2]

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.34)$$

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

Ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги. »[2]

$$\Psi = f + i$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{KII}^2), \quad (2.35)$$

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

Таблица 2.6 - Коэффициент учета вращающихся масс»[2]

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta_{\mathcal{N}} \angle$	1,419	1,211	1,115	1,070	1,048

«Таблица 2.7 - Ускорение автомобиля на передачах»[2]

Обор дв-ля, об/мин	Уск 1ой пер, м/с ²	Уск 2ой пер, м/с ²	Уск 3ей пер, м/с ²	Уск 4ой пер, м/с ²	Уск 5ой пер, м/с ²
840	3,03	2,40	1,75	1,21	0,80
1290	3,17	2,50	1,82	1,25	0,81
1740	3,27	2,58	1,88	1,28	0,79
2190	3,34	2,64	1,91	1,28	0,75
2640	3,38	2,67	1,92	1,27	0,70
3090	3,39	2,67	1,91	1,23	0,62
3540	3,37	2,65	1,88	1,18	0,51
3990	3,33	2,60	1,83	1,11	0,39
4440	3,25	2,54	1,76	1,02	0,24
4890	3,14	2,44	1,67	0,92	0,07
5340	3,01	2,32	1,57	0,79	-
5790	2,84	2,18	1,44	0,65	-
6240	2,64	2,01	1,29	0,49	-
6690	2,42	1,82	1,12	0,31	-
6500	2,51	1,90	1,19	0,39	-

«2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 2.8 - Величины обратные ускорениям автомобиля»[2]

Обор дв-ля, об/мин	1/j на 1ой пер, с2/м	1/j на 2ой пер, с2/м	1/j на 3ей пер, с2/м	1/j на 4ой пер, с2/м	1/j на 5ой пер, с2/м
840	0,33	0,42	0,57	0,83	1,25
1290	0,32	0,40	0,55	0,80	1,24
1740	0,31	0,39	0,53	0,78	1,26
2190	0,30	0,38	0,52	0,78	1,33
2640	0,30	0,38	0,52	0,79	1,44
3090	0,29	0,37	0,52	0,81	1,62
3540	0,30	0,38	0,53	0,85	1,95
3990	0,30	0,38	0,55	0,90	2,57
4440	0,31	0,39	0,57	0,98	4,12
4890	0,32	0,41	0,60	1,09	13,44
5340	0,33	0,43	0,64	1,26	-
5790	0,35	0,46	0,70	1,54	-
6240	0,38	0,50	0,78	2,05	-
6690	0,41	0,55	0,90	3,26	-
6500	0,40	0,53	0,84	2,59	-

«2.1.12 Время и путь разгона

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом.

Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин: »[2]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (2.36)$$

«С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $j = const$, которому соответствуют значения $(1/j) = const$. Эти величины можно определить следующим образом: »[2]

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (2.37)$$

«где k – порядковый номер интервала. »[2]

«Заменяя точное значение площади под кривой $(1/j)$ в интервале ΔV_k на значение площади прямоугольника со сторонами ΔV_k и $(1/j_{CP})_k$, переходим к приближённому интегрированию: »[2]

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (2.38)$$

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

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

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

Таблица 2.9 - Время разгона автомобиля»[2]

Диап-ск-ти, м/с	Пл-дь, мм2	Вр , с
0-5	152	0,8
0-10	457	2,3
0-15	824	4,1
0-20	1279	6,4
0-25	1861	9,3
0-30	2603	13,0
0-35	3527	17,6
0-40	4685	23,4
0-45	6130	30,6

«Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости $t = f(V)$ для получения зависимости пути разгона S от скорости автомобиля.

В данном случае кривая $t = f(V)$ разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения V_{CPk} .

Площадь элементарного прямоугольника в интервале Δt_k есть путь, который проходит автомобиль от отметки t_{k-1} до отметки t_k , двигаясь с постоянной скоростью V_{CPk} . »[2]

«Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом : »[2]

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (2.39)$$

«где $k = 1 \dots m$ – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно ($m = n$). »[2]

«Путь разгона от скорости V_0 »[2]

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

«Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 2.10 - Путь разгона автомобиля»[2]

Диап. ск-ти, м/с	Пл-дь, мм2	Длина, м
0-5	38	2
0-10	266	13
0-15	725	36
0-20	1522	76
0-25	2832	142
0-30	4873	244
0-35	7875	394
0-40	12217	611
0-45	18358	918

«2.1.13 Мощностной баланс

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

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.40)$$

« N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

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

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

Таблица 2.11 - Мощностной баланс»[2]

Обор дв-ля, об/мин	Мощн на колесе, кВт
840	13,2
1290	21,2
1740	29,4
2190	38,1
2640	46,5
3090	54,7
3540	61,4
3990	68,4
4440	76,5
4890	81,8
5340	83,9
5790	87,2
6240	87,9
6690	86,4
6500	87,0

«Таблица 2.12 - Мощность сопротивления движению»[2]

Скор, м/с	Мощн сопр воздуха	Мощн сопр кач	Суммар мощн сопр
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	0,8	0,9
10	0,5	1,7	2,2
15	1,7	2,7	4,4
20	3,9	3,9	7,8
25	7,7	5,3	13,0
30	13,3	7,1	20,3
35	21,1	9,2	30,2
40	31,4	11,7	43,1
45	44,8	14,7	59,5
50	61,4	18,3	79,7
55	81,7	22,4	104,2
60	106,1	27,3	133,4
65	134,9	32,8	167,8

«2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

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

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.41)$$

«где $g_{E\min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива. »[2]

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (2.42)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (2.43)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.44)$$

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

Таблица 2.13 - Путь расход топлива на высшей передаче»[2]

Обороты дв-ля, об/мин	Скор, м/с	I	E	K_H	K_E	Q_s
840	8,4	0,128	0,136	1,321	1,185	4,3
1290	12,9	0,155	0,208	1,282	1,143	5,1
1740	17,4	0,196	0,281	1,228	1,107	6,2
2190	21,9	0,250	0,354	1,163	1,077	7,4
2640	26,4	0,317	0,426	1,091	1,052	8,7
3090	30,9	0,398	0,499	1,017	1,033	10,1
3540	35,3	0,496	0,572	0,949	1,020	11,5
3990	39,8	0,613	0,645	0,896	1,012	13,1
4440	44,3	0,754	0,717	0,875	1,010	15,4
4890	48,8	0,922	0,790	0,909	1,013	19,0
5340	53,3	1,127	0,863	1,038	1,022	25,7
5790	57,8	1,378	0,935	1,329	1,036	38,7
6240	62,3	1,692	1,008	1,898	1,056	64,7

2.2 Расчет тормозной системы автомобиля.

Данные для расчета тормозной системы

2.2.1 Исходные данные

«Масса снаряженного автомобиля (G_a), кг»[5]	1230.00
«- Нагрузка на переднюю ось (G_1), кг»[5].....	627.3
«заднюю ось (G_2), кг»[5]	602.7
«- Масса автомобиля с полной нагрузкой (G_a), кг»[5]	1655.00
«- Нагрузка на переднюю ось (G_1), кг»[5]	844.05
«заднюю ось (G_2), кг»[5]	810.95
«- База автомобиля (L), мм»[5]	2635.00
«- Радиус качения колеса (r_k), мм»[5]	294.00
«- Статический радиус колеса ($r_{ст}$), мм»[5]	294.00
«- Высота ЦТ с полной нагрузкой (h_g), мм»[5]	590.00
«частичной нагрузкой (h_g), мм»[5]	570.00
«- Диаметр ГТЦ ($d_{гтц}$), мм»[5]	20.64
«- КПД ГТЦ (КПД) »[5]	0.95
«- Передаточное число педали тормоза ($i_{пед}$) »[5]	3.90
«- Усилие возвратной пружины педали тормоза приведенное к опорной площадке педали ($N_{пед}$), кг»[5]	1.50
«- Масса автомобиля с частичной нагрузкой (G_a), кг»[5]	1343.00
«- Нагрузка на переднюю ось (G_1), кг»[5]	658.07
«заднюю ось (G_2), кг»[5]	684.93
«2.2.2. Задний дисковый тормоз	
- Число пар трения (i) »[5]	2.00
«- Коэффициент трения между накладкой и торм.диском (μ)»[5]	0.40
«- Внутренний радиус поверхности трения накладок (R_1), мм»[5]	107.00
«- Наружный радиус поверхности трения накладок (R_2), мм»[5]	135.00
«- Диаметр поршня (d), мм»[5]	30.00
«- КПД цилиндра»[5]	0.90
«- Давление начала срабатывания заднего тормоза (P_{02}), кг/см»[5]	1.0
«- Угол обхвата колодки (β), град. »[5]	114.00

«2.2.6 Расчет заднего дискового тормоза

Тормозной момент заднего дискового тормоза рассчитывается: »[5]

$$M_{T1} = \mu \cdot P \cdot i \cdot R_{ср} \quad (2.1)$$

«где

M_{T1} - тормозной момент, кг*см ;

P - усилие, развиваемое поршнями тормозного цилиндра, кг ;

i - число пар трения ;

$R_{ср}$ - средний (эффективный) радиус трения колодки, см. »[5]

$$P = (P_2 - P_{02}) \cdot S \cdot \text{КПД} \cdot n \quad (2.2)$$

«где

P_2 - давление в цилиндрах заднего тормоза, кг/см² ;

P_{02} - начальное давление срабатывания тормозного механизма, кг/см² ;

S - площадь поршня цилиндра заднего тормоза, см²; »[5]

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 3^2}{4} = 7.06 \text{ см}^2$$

«КПД - цилиндра заднего тормоза ;

n - число цилиндров »[5]

$$R_{ср} = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{R_2^2 - R_1^2} \quad (2.3)$$

«где

R_1 - внутренний радиус поверхности трения накладки, см;

R_2 - наружный радиус поверхности трения накладки, см. »[5]

$$R_{ср} = \frac{2}{3} \cdot \frac{13.5^3 - 10.7^3}{13.5^2 - 10.7^2} = 12.5 \text{ см}$$

«Обозначим: »[5]

$$K_2 = m \cdot S \cdot \text{КПД} \cdot i \cdot R_{\text{ср}} \cdot n$$

«Подставив значения получим»[5]

$$K_2 = 0.40 \cdot 7.06 \cdot 0.9 \cdot 2 \cdot 12.3 \cdot 3 = 185.28$$

«Тогда формула (2.1) примет следующий вид: »[5]

$$M_{T_2} = K_2 \cdot (P_2 - P_{02}) = 185.28 \cdot (P_2 - 1)$$

«Полученные значения M_{T1} в зависимости от $P1$ заносим в таблицу 2.13

2.2.8 Расчет нормальных реакций дороги на ось
автомобиля при торможении»[5]

$$R_1 = G_1 + \frac{G_a}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j \tag{2.13}$$

$$R_2 = G_2 + \frac{G_a}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j$$

«где R_1 и R_2 - нормальные реакции действующие на переднюю и заднюю оси автомобиля, кг;

G_1 и G_2 - нагрузка на переднюю и заднюю оси автомобиля, кг ;

G_a - масса автомобиля, кг ;

L - база автомобиля, см ;

h_g - высота центра тяжести, см ;

g - ускорение центра тяжести, $g=9.81 \text{ м/сек}^2$;

j - замедление автомобиля при торможении, м/сек^2

2.2.9. Нормальные реакции при полной нагрузке»[5]

$$R_1 = 519.4 + \frac{1655}{9.81} \cdot \frac{59}{263.5} \cdot j = 519.4 + 46.78 \cdot j$$

$$R_2 = 540.6 + \frac{1655}{9.81} \cdot \frac{59}{263.5} \cdot j = 540.6 + 46.78 \cdot j$$

«2.2.10. Нормальные реакции при частичной нагрузке»[5] ($G_a = 1655$ кг)

$$R_1 = 658.07 + \frac{1343}{9.81} \cdot \frac{57}{263.5} \cdot j = 658.07 + 34.41 \cdot j$$

$$R_2 = 684.93 + \frac{1343}{9.81} \cdot \frac{57}{263.5} \cdot j = 684.93 + 34.41 \cdot j$$

«Полученные значения R_1 и R_2 при $j = 1 \dots 10 \text{ м}^2/\text{с}$ заносим в таблицу 2.13.

2.3.11 Оптимальное (идеальное) соотношение между давлениями в передних и задних тормозах при полном использовании сцепления колеса с дорогой»[5]

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_1} \cdot \frac{j}{g} + 1 \quad (2.14)$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_2} \cdot \frac{j}{g} + 5.35$$

« где P_1 и P_2 - давление в передних и задних тормозах, $\text{кг}/\text{см}^2$;

r_k - радиус качения колеса, см ; K_1 и K_2 - характеристики переднего и заднего тормозного механизма (см. п. 2.2.1. и 2.2.3.)

Подставляя известные значения получим: »[5]

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{29.4}{2 \cdot 185.28} \cdot \frac{j}{9.81} + 1 = 0.009 \cdot R_1 \cdot j + 1$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{29.4}{2 \cdot 185.28} \cdot \frac{j}{9.81} + 5.35 = 0.018 \cdot R_2 \cdot j + 5.35$$

«Полученные значения P_1 и P_2 при $j = 1 \dots 10 \text{ м}^2/\text{с}$ заносим в таблицу 2.14 (см. графики 2.1 и 2.2).

Таблица 2.13 – Полученные значения P_1 и P_2 »[5]

АВТОМОБИЛЬ С ПОЛНОЙ НАГРУЗКОЙ					
J, M ² /C НА ПЕРЕДНЕЙ ОСИ			J, M ² /C НА ЗАДНЕЙ ОСИ		
R ₁ , КГ	P ₁ , КГ/СМ ²	M _{T1} , КГ*СМ	R ₂ , КГ	P ₂ , КГ/СМ ²	M _{T2} , КГ*СМ
1035.8	9.65	1561.8	1064.2	21.70	1488.8
1083.6	19.06	3260.9	1017.4	36.55	2841.1
1129.3	29.22	5095.4	970.7	49.90	4056.7
1176.1	40.10	7059.9	923.9	61.75	5135.8
1223.9	51.77	9167.0	877.1	73.10	6078.3
1269.7	64.17	11406.0	830.3	80.96	6885.1
1316.5	76.33	13601.6	783.5	88.31	7554.3
1363.2	90.23	16111.4	736.8	94.17	8087.9
1410.0	105.89	18938.9	690.0	98.52	8484.1

Продолжение таблицы 2.14

R ₁ , КГ	P ₁ , КГ/СМ ²	M _{T1} , КГ*СМ	R ₂ , КГ	P ₂ , КГ/СМ ²	M _{T2} , КГ*СМ
1456.8	121.39	21719.7	643.3	101.38	8744.5
АВТОМОБИЛЬ С ЧАСТИЧНОЙ НАГРУЗКОЙ					
883.4	8.3	1341.7	715.7	16.40	1006.3
917.8	16.3	286.0	681.3	26.34	1911.3
953.3	25.00	4333.4	646.8	35.16	2714.5
986.7	33.08	5793.4	613.4	43.86	3415.7
1021.1	43.75	7718.9	578.0	49.46	4016.7
1055.5	53.97	9564.3	543.5	54.93	4514.8
1089.9	64.75	11510.7	509.1	59.39	4911.8
1124.3	76.09	13558.3	474.7	63.53	5206.8
1158.7	87.99	15706.9	440.3	64.76	5400.8
1193.1	99.44	17774.3	405.9	65.77	5493.7

«2.2.13 Характеристика регулятора давления»[5]

$$P_2 = A + (P - A) * K_p \quad (2.15)$$

«где P₂ - давление на выходе регулятора, кг/см²; »[5]

« A - точка включения регулятора, кг/см²;

P - давление на входе регулятора, кг/см² ;

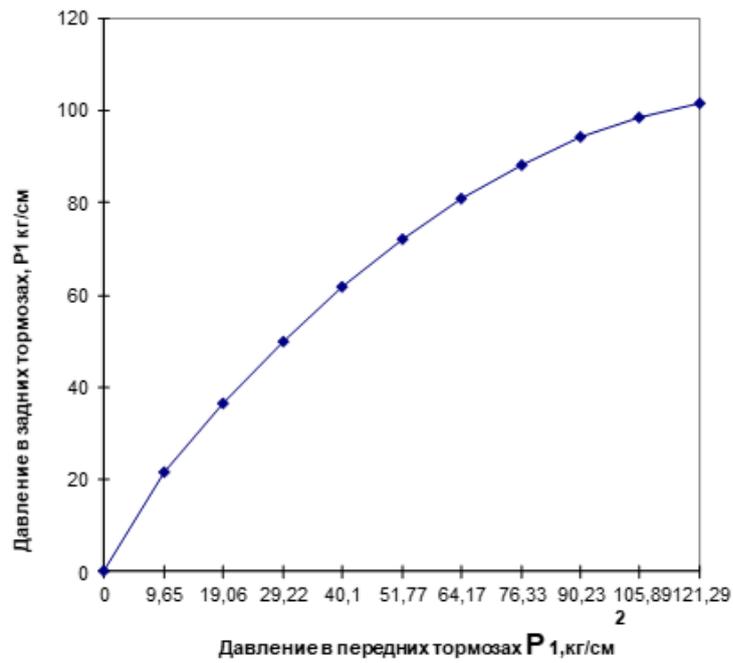
K_p - коэффициент регулирования (отношение давления на выходе к давлению на входе).

Точка включения регулятора зависит от загруженности автомобиля. »[5]

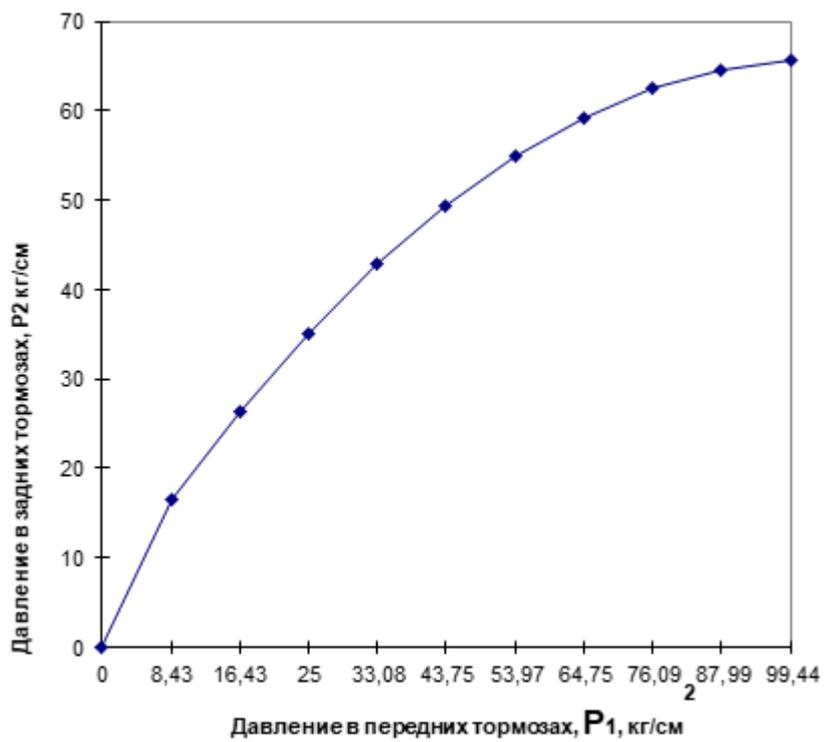
Рассмотрим два случая: - при полной загрузке $P_2 = 55 + (P - 55) * 0.2$

- при частичной загрузке $P_2 = 25 + (P - 25) * 0.2$

«Расчетную характеристику регулятора давления см. на граф. 2.1 и 2.3. »[5]

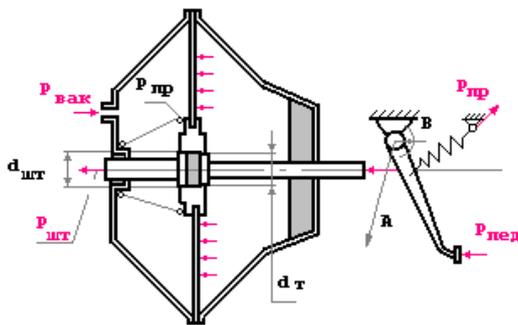


«Рисунок 2.1 – Характеристика регулятора давления задних тормозов (с полн. нагр.)»[5]



«Рисунок 2.2 – Характеристика регулятора давления задних тормозов(с част. нагр.)»[5]

«2.2.13 Расчет вакуумного усилителя»[5]



«Рисунок 2.3 - Схема работы вакуумного усилителя»[5]

«2.3.14 Характеристика вакуумного усилителя при $P_{\text{вак}} < P_{\text{вак.max}}$

$P_{\text{вак}}$ - величина давления на диафрагму вакуумного усилителя, кг/см²»[5]

$$P_{\text{вых}} = (P_{\text{вх}} - P_{\text{то}}) \cdot \frac{S_{\text{шт}}}{S_{\text{т}}} \quad (2.16)$$

«где $P_{\text{вых}}$ - усилие на выходе усилителя, кг;

$P_{\text{вх}}$ - усилие на входе усилителя, кг;

$P_{\text{то}}$ - начальное давление на входе, соответствующее зоне нечувствительности вакуумного усилителя, кг, $P_{\text{то}} = 7$ кг (из опытных данных);

$S_{\text{шт}}$ - площадь поршня штока, $S_{\text{шт}} = 5.010$ см²;

$S_{\text{т}}$ - площадь поршня толкателя, $S_{\text{т}} = 3.430$ см².

$$P_{\text{вых}} = (P_{\text{вх}} - 7) \cdot \frac{5,01}{3,43} = (P_{\text{вх}} - 7) \cdot 3,062$$

«2.2.15 Точка перегиба графика

$P_{\text{вых}} = f(P_{\text{вх}})$ (см. граф. 3.3)

(соответствует $P_{\text{вак}} = P_{\text{вак.max}}$) »[5]

$$(S_d * P_{\text{вак.max}} - P_{\text{пр}}) * S_{\text{шт}} = P_{\text{вых}} * (S_{\text{шт}} - S_{\text{т}}) \quad (3.17)$$

«где S_d - эффективная площадь диафрагмы»[5], $S_d = 183.00$ см² ;

« $P_{\text{вак.max}}$ - величина разряжения в камере усилителя, соединенной с впускным

коллектором двигателя, кг/см² ;

$P_{пр}$ - усилие возвратной пружины, кг.

Из уравнения (2.17) определим $P_{вых}$: »[5]

$$P_{вых} = \frac{(S_d \cdot P_{вак.мах} - P_{пр}) \cdot S_{шт}}{S_{шт} - S_T} = \frac{(183,00 \cdot 0,7 - 13) \cdot 5,01}{5,01 - 3,43} = 223,15$$

тогда $P_{вх} = 114.75$ кг.

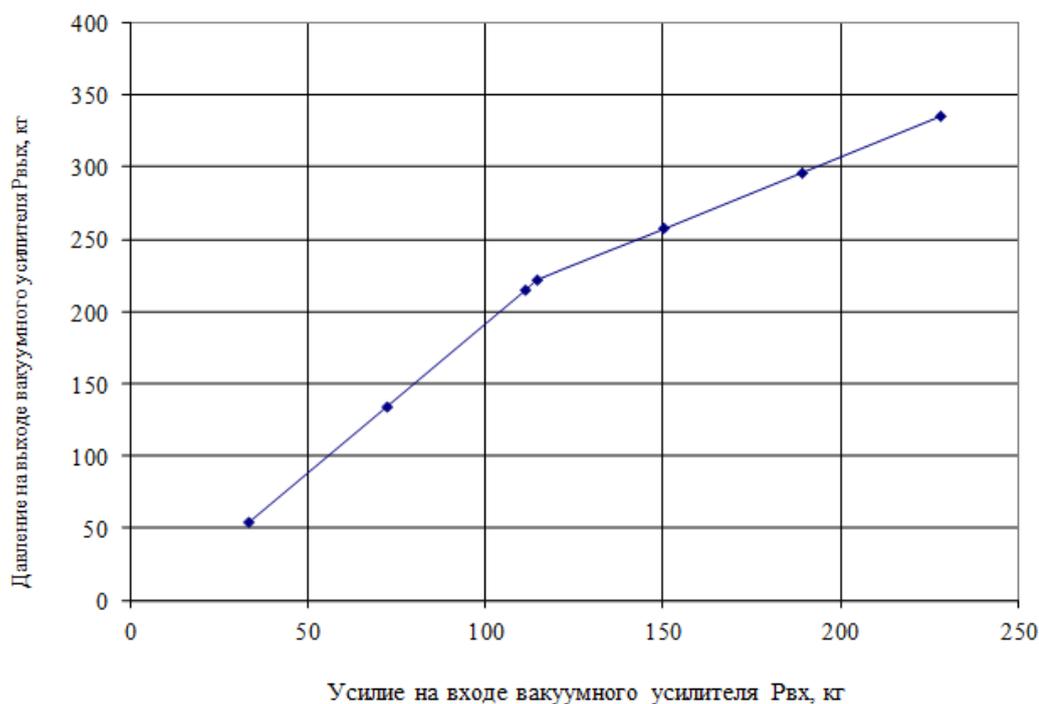
«2.2.16 Характеристика вакуумного усилителя после точки перегиба графика $P_{вых} = f(P_{вх})$ »[5]

$$P_{вых} = P_{вх} - P_{то} + P_{вак.мах} * S_d - P_{пр} \quad (2.18)$$

$$P_{вых} = P_{вх} - 7 + 0.7 * 18200 - 13 = P_{вх} + 107.4 \text{ кг}$$

Полученные значения $P_{вх}$ и $P_{вых}$ при $P_{пед} = 10...60$ кг заносим в таблицу 2.15 «Таблица 2.15 – Данные расчета вакуумного усилителя»[5]

Усилие на педали тормоза $P_{пед}$, кг	Усилие на входе усилителя $P_{вх}$, кг	Усилие на выходе усилителя. $P_{вых}$, кг
10.0	33.1	53.8
20.0	73.1	134.2
30.0	111.2	214.9
30.9	114.7	223.1
40.0	150.2	257.2
50.0	189.2	296.2
60.0	228.2	335.2



«Рисунок 2.4 – Характеристика вакуумного усилителя

Расчет усилия на педали тормоза

2.2.18 Усилие на педали тормоза при $R_{\text{вх}} < R_{\text{вх.max}}$

(до точки перегиба графика $R_{\text{вых}} = f(R_{\text{вх}})$ (см.граф.2.3)

Подставляя в уравнение (2.16) значения: »[5]

$$P_{\text{ВЫХ}} = \frac{P_{\text{ГТЦ}} \cdot S_{\text{ГТЦ}}}{\text{КПД}_{\text{ГТЦ}}} \quad \text{и} \quad P_{\text{ВХ}} = P_{\text{пед}} \cdot i_{\text{пед}} - N_{\text{пед}} \cdot i_{\text{пед}}$$

где

$$S_{\text{ГТЦ}} = \frac{\pi d_{\text{ГТЦ}}^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 3.064^2}{4} = 3.34 \text{ см}^2 \quad \text{получим:}$$

$$P_{\text{пед}} = \frac{P_{\text{ГТЦ}} \cdot S_{\text{ГТЦ}} \cdot S_T}{S_{\text{ШТ}} \cdot \text{КПД}_{\text{ГТЦ}} \cdot i_{\text{пед}}} + \frac{P_{\text{ТО}}}{i_{\text{пед}}} + N_{\text{пед}} \quad (2.19)$$

«где

$P_{\text{ГТЦ}}$ - давление в главном тормозном цилиндре, $\text{кг}/\text{см}^2$. »[5]

$$P_{\text{пед}} = \frac{3,34 \cdot 3,43}{5,01 \cdot 0,95 \cdot 3,9} \cdot P_{\text{ГТЦ}} + \frac{7}{3,9} + 1,5 = 0,7373 \cdot P_{\text{ГТЦ}} + 3,295$$

«Давление в ГТЦ определяется из уравнений: »[5]

1). При $R_{\text{ГТЦ}} \leq A$

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{G_a \cdot j/g \cdot r_k/2 + K_1 \cdot P_{01} + K_2 \cdot P_{02}}{K_1 + K_2} \quad (2.20)$$

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{G_a \cdot j/9.8 \cdot 26.9/2 + 185.28 \cdot 1 + 185.28 \cdot 5.35}{185.28 + 185.28} = 0.006 \cdot G_a \cdot j + 3.46$$

$$P_{\text{ГТЦ}} = 13.6 \cdot j + 3.46 \quad - \text{ при полной нагрузке } (G_a = 2100 \text{ кг})$$

$$P_{\text{ГТЦ}} = 9.6 \cdot j + 3.46 \quad - \text{ при частичной нагрузке } (G_a = 1599 \text{ кг})$$

2). При $R_{\text{ГТЦ}} \geq A$

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{G_a \cdot j/g \cdot r_k/2 + K_1 \cdot P_{01} + K_2 \cdot (P_{02} - A + A \cdot K_p)}{K_1 + K_2 \cdot K_p}$$

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{G_a \cdot j/9.8 \cdot 26.9/2 + 185.28 \cdot 1 + 185.28 \cdot (5.35 - A + A \cdot 0.2)}{185.28 + 185.28 \cdot 0.2}$$

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{1655 \cdot 1.679 \cdot j + 185.28 + 185.28 \cdot (5.35 - 55 + 55 \cdot 0.2)}{198.77} = 17.7 \cdot j - 16.80$$

- при полной нагрузке

$$P_{ГТЦ} = \frac{1343 \cdot 1.679 \cdot j + 185.28 + 185.28 \cdot (5.35 - 25 + 25 \cdot 0.2)}{198.77} = 13.5 \cdot j - 5.80$$

при частичной нагрузке

«2.2.19 Усилие на педали тормоза после точки перегиба графика »[5]

$$P_{вых} = f(P_{вх}) \quad (\text{см. граф. 2.3})$$

«Подставляя в уравнение (2.18) значения: »[5]

$$P_{ВЫХ} = \frac{P_{ГТЦ} \cdot S_{ГТЦ}}{КПД_{ГТЦ}} \quad \text{и} \quad P_{ВХ} = P_{пед} \cdot i_{пед} - N_{пед} \cdot i_{пед} \quad \text{получим:}$$

$$P_{пед} = \frac{P_{ГТЦ} \cdot P_{ГТЦ}}{КПД_{ГТЦ} \cdot i_{пед}} - \frac{P_{вак.мах} \cdot S_d - P_{пр} - P_{то}}{i_{пед}} + N_{пед} \quad (2.22)$$

$$P_{пед} = \frac{3,34 \cdot P_{ГТЦ}}{0,95 \cdot 3,9} - \frac{0,7 \cdot 18200 - 13 - 7}{3,9} + 1,5 = 0,902 \cdot P_{ГТЦ} - 29,04$$

«Давление $P_{ГТЦ}$ определяется из уравнений (2.20) и (2.21).

Значения $P_{ГТЦ}$ и $P_{пед}$ заносим в таблицу 2.3 (см. графики 2.3, 2.4, 2.5). »[5]

«Таблица 2.16 – Данные расчета усилия на педаль тормоза»[5]

Автомобиль с полной нагрузкой			Автомобиль с частичной нагрузкой	
j, м/с ²	Ргтц, кг/см ²	Рпед, кг	Ргтц, кг/см ²	Рпед, кг
1	15.1	10.0	13.1	8.6
2	27.7	15.4	21.7	13.8
3	40.3	20.9	34.7	18.5
4	53.9	26.4	48.2	24.4
5	71.7	34.6	61.7	30.3
6	89.4	43.4	75.2	36.2
7	107.1	67.4	88.7	43.1
8	124.8	83.3	103.2	63.9
9	143.5	99.21	115.7	75.1
10	160.2	115.1	129.2	87.2

«2.2.20 Расчет тормозных сил, действующих на переднюю и заднюю оси при торможении

Скорости движения автотранспортных средств в современном мире и все более увеличивающаяся интенсивность движения требуют повышенного внимания к безопасности движения. В случае возникновения аварийной ситуации повышенные требования предъявляются к элементам, обеспечивающим активную (рабочая тормозная система) и пассивную (бампер, подушка безопасности) безопасность автомобиля. Работа тормозной системы должна удовлетворять всем требованиям безопасности. Поэтому целью данного проекта является обеспечение автомобиля тормозной системой исключающей вероятность возникновения неисправностей. Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надежная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризуемых обычно эффективностью торможения. »[5]

$$T_1 = \frac{2 \cdot M_{T1}}{r_k} = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (P_1 - 1)}{r_k}$$

$$T_2 = \frac{2 \cdot M_{T2}}{r_k} = \frac{2 \cdot K_2 \cdot (P_2 - 5.35)}{r_k} \quad (2.23)$$

«где T_1 и T_2 - тормозная сила на передней и задней оси, кг (см. Рисунок 2.3);

P_1 - давление в цилиндре переднего тормоза, кг/см², $P_1 = P_{ГТЦ}$;

P_2 - давление в цилиндре заднего тормоза, кг/см²,

- $P_2 = P_1 = P_{ГТЦ}$ - до точки включения регулятора давления.

- После точки включения регулятора давления: »[5]

$P_2 = 55 + (P_{ГТЦ} - 55) \cdot 0.2$ - при полной нагрузке,

$P_2 = 25 + (P_{ГТЦ} - 25) \cdot 0.2$ - при частичной нагрузке.

«Подставляя в уравнение (2.23) известные значения получим: »[5]

$$T_1 = \frac{2 \cdot 185.28 \cdot (P_{ГТЦ} - 1)}{29.4} = 10,98 \cdot (P_{ГТЦ} - 1)$$

$$T_2 = \frac{2 \cdot 185.28 \cdot (P_{ГТЦ} - 5,35)}{29.4} = 5,54 \cdot (P_{ГТЦ} - 5,35)$$

«Полученные значения T_1 и T_2 в зависимости от $P_{ГТЦ}$ заносим в таблицу 2.4 (см. граф. 2.6 и 2.7). »[5]

«Таблица 2.17 – Данные расчета тормозных сил на оси»[5]

Автомобиль с полной нагрузкой				Автомобиль с частичной нагрузкой		
№ П. П	Ргтц кг/см ²	T ₁ кг	T ₂ кг	Ргтц кг/см ²	T ₁ кг	T ₂ кг
1	15.1	154.8	54.0	13.1	121.9	37.4
2	27.7	293.2	123.8	21.7	227.3	90.6
3	40.3	431.5	193.6	34.7	370.0	163.6
4	53.9	569.9	263.4	48.2	518.3	237.4
5	71.7	776.3	367.6	61.7	666.5	313.2
6	89.4	970.6	465.6	75.2	814.7	387.0
7	107.1	1165.0	563.7	88.7	963.9	461.8
8	124.8	1359.3	661.8	103.2	1111.2	536.6
9	143.5	1555.7	759.8	115.7	1259.4	611.3
10	160.2	1748.0	857.9	129.2	1418.6	686.1

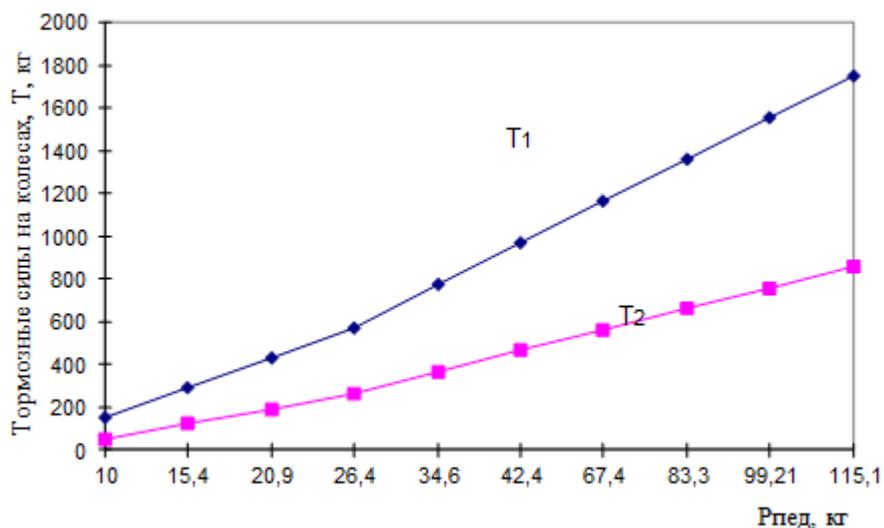


Рисунок 2.5 – Зависимость между усилием на педали и тормозными силами (полн. нагр.)

«2.2.23 Давление в главном тормозном цилиндре до точки
включения регулятора давления ($P_{ГТЦ} \leq A$) »[5]

$$P_{ГТЦ} = \frac{G_a \cdot j/g \cdot r_k + K_1 \cdot P_{01} + K_2 \cdot P_{02}}{K_1 + K_2}$$

$$P_{ГТЦ} = \frac{1655 \cdot j/9,8 \cdot 29,4 + 185,28 \cdot 1 + 185,28 \cdot 5,35}{185,28 + 185,28} = 25,96 \cdot j + 3,46$$

при полной нагрузке

$$P_{ГТЦ} = \frac{1343 \cdot j/9,8 \cdot 29,4 + 185,28 \cdot 1 + 185,28 \cdot 5,35}{185,28 + 185,28} = 19,76 \cdot j + 3,46$$

при частичной нагрузке

«3.3.24. Давление в главном тормозном цилиндре после точки
включения регулятора давления ($P_{ГТЦ} \geq A$) »[5]

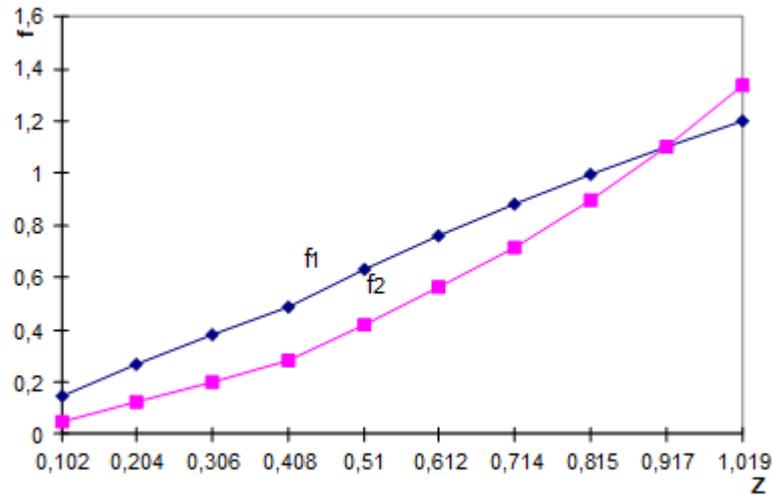
$$P_{ГТЦ} = \frac{G_a \cdot j/g \cdot r_k + K_1 \cdot P_{01} + K_2 \cdot (P_{02} - A + A \cdot K_p)}{K_1 + K_2 \cdot K_p} \quad (2.26)$$

$$P_{ГТЦ} = \frac{1655 \cdot j/9,8 \cdot 29,4 + 185,28 \cdot 1 + 185,28 \cdot (5,35 - 55 + 55 \cdot 0,2)}{185,28 + 91,6 \cdot 0,2} = 35,47 \cdot j + 16,80$$

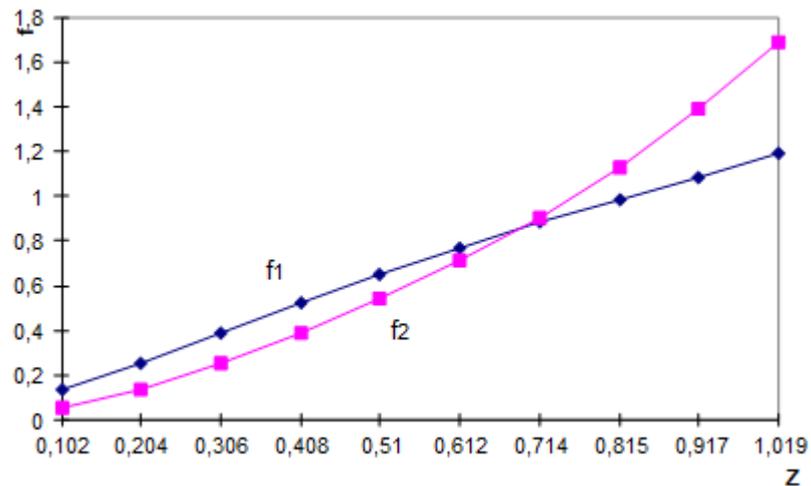
при полной нагрузке

$$P_{ГТЦ} = \frac{1343 \cdot j / 9.8 \cdot 29.4 + 185.28 \cdot 1 + 185.28 \cdot (5.35 - 25 + 25 \cdot 0.2)}{185.28 + 91.6 \cdot 0.2} = 27.01 \cdot j + 5.80$$

при частичной нагрузке



«Рисунок 2.6 – Распределение коэффициента сцепления по осям (полн. нагр.)»[5]



«Рисунок 2.7 – Распределение коэффициента сцепления по осям (частичн. нагр.)»

Значения $P_{ГТЦ}$ подставляем в уравнения (2.19) и (2.22).

Полученные значения $P_{ГТЦ}$ при $j = 1 \dots 5$ м/с и $P_{пред}$ заносим в табл.2.6»[5]

«Таблица 2.18 – Данные расчета давления в главном тормозном цилиндре»[5]

Автомобиль при полной нагрузке			Автомобиль при частичной нагрузке	
j	Ргтц, кг/см ²	Рпед, кг	Ргтц, кг/см ²	Рпед, кг
1	28.42	15.77	23.22	13.02
2	54.37	27.08	48.22	24.37
3	89.67	43.48	75.27	36.17
4	125.08	83.52	103.27	63.92
5	160.57	115.41	129.25	87.27

«2.2.25 Эффективность тормозной системы при отказе вакуумного усилителя
Подставляя в уравнение (2.22) при $R_{\text{вак.мах}} = 0$ значения, соответствующие исправной тормозной системе (табл. 3.3 (Ргтц)) получим: »[5]

$$P_{\text{пед}} = \frac{P_{\text{ГТЦ}} \cdot S_{\text{ГТЦ}}}{\text{КПД}_{\text{ГТЦ}} \cdot i_{\text{пед}}} + \frac{P_{\text{пр}} + P_{\text{то}}}{i_{\text{пед}}} + N_{\text{пед}} \quad (2.27)$$

$$P_{\text{пед}} = \frac{3,34 \cdot P_{\text{ГТЦ}}}{0,95 \cdot 3,9} + \frac{20 + 10}{3,9} + 1,5 = 0,9015 \cdot P_{\text{ГТЦ}} + 9,192$$

«Таблица 2.19 – Данные расчета вакуумного усилителя»[5]

Автомобиль при полной нагрузке			Автомобиль при частичной нагрузке	
j	Ргтц, кг/см ²	Рпед, кг	Ргтц, кг/см ²	Рпед, кг
1	15.1	23.8	13.1	20.1
2	27.7	34.2	21.7	28.8
3	40.3	45.5	34.7	40.5
4	53.9	56.9	48.2	53.6
5	71.7	73.8	61.7	64.8

«2.2.26 Расчет ручного тормоза

В легковых автомобилях используется механический привод для задних колес. Тормозная сила, необходимая для удержания автомобиля на уклоне 18% (10°12') (см. Рисунок 2.7): »[5]

$$P_T = Ga * \sin\alpha \quad (2.28)$$

«где α - угол уклона, град. »[5]

$$P_T = 1655 * \sin 10^\circ 12' = 1655 * 0.1771 = 371.9 \text{ кг}$$

«Тормозной момент на колесе»[5]

$$M_T = \frac{P_T \cdot r_{ст}}{2} \quad (2.29)$$

где $r_{ст}$ - статический радиус колеса, см.

$$M_T = \frac{371,9 \cdot 29,4}{2} = 5987,8 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_T = M_{к1} + M_{к2} = F_1 * rt + F_2 * rt \text{ (см. формулы 2.4 и 2.5)}$$

$$\text{где } F_1 = A_1 * (Q_1 - P_{np})$$

$$F_2 = A_2 * (Q_2 - P_{np}) \text{ (см. формулы 2.10)}$$

где

Q_1 и Q_2 - усилие прижима колодок, приведенное к оси, кг.

$$M_T = A_1 * (Q_1 - P_{np}) * rt + A_2 * (Q_2 - P_{np}) * rt$$

$$Q_1 = N_1 \cdot \frac{h_2+h_6}{h_1+h_2} \quad Q_2 = N_2 \cdot \frac{h_2+h_5}{h_1+h_2} \quad (2.30)$$

где N_1 и N_2 - сжимное усилие колодок.

$$N_1 = N_T \cdot \frac{L_T}{h_5-h_6} \quad N_2 = N_T \cdot \frac{L_T \cdot (h_5-h_6)}{h_5-h_6} \quad (2.31)$$

Подставляя (2.31) в (2.30) получим:

$$Q_1 = N_T \cdot \frac{L_T}{h_5-h_6} \cdot \frac{h_2+h_6}{h_1+h_2} = N_T \cdot \frac{14,2}{7,6-5,1} \cdot \frac{8,5+5,1}{9,4+8,5} = 4,32 \cdot N_T$$

$$Q_2 = N_T \cdot \frac{L_T \cdot (h_5 - h_6)}{h_5 - h_6} \cdot \frac{h_2 + h_5}{h_1 + h_2} = N_T \cdot \frac{14,2 \cdot (7,6 - 5,1)}{7,6 - 5,1} \cdot \frac{8,5 + 7,6}{9,4 + 8,5} = 4,21 \cdot N_T$$

Тогда: $M_T = 4.73 \cdot (4.32 \cdot N_T - 16.98) \cdot 4.72 + 1.35 \cdot (4.21 \cdot N_T - 16.98) \cdot 4.72 =$

$$= 96.45 \cdot N_T - 379.09 + 26.83 \cdot N_T - 108.20 = 123.28 \cdot N_T - 487.29$$

$$P_y = \frac{P_p \cdot l_p}{2 \cdot l_y} \quad (2.32)$$

«где P_y - усилие на плече уравнивателя, кг ; »[5]

« P_p - усилие на плече ручного тормоза, кг. »[5]

$$N_T = P_y \cdot КПД \quad (2.24)$$

«где N_T - прижимное усилие колодок, кг. »[5]

$$M_T = 123.28 \cdot P_y \cdot КПД - 487,29 = \frac{123,28 \cdot КПД \cdot P_p \cdot l_p}{2 \cdot l_y} - 487,29$$

$$M_T = \frac{123,28 \cdot 0.8 \cdot 24.0 \cdot P_p}{2 \cdot 3.55} - 487,29 = 333.38 \cdot P_p - 487.29$$

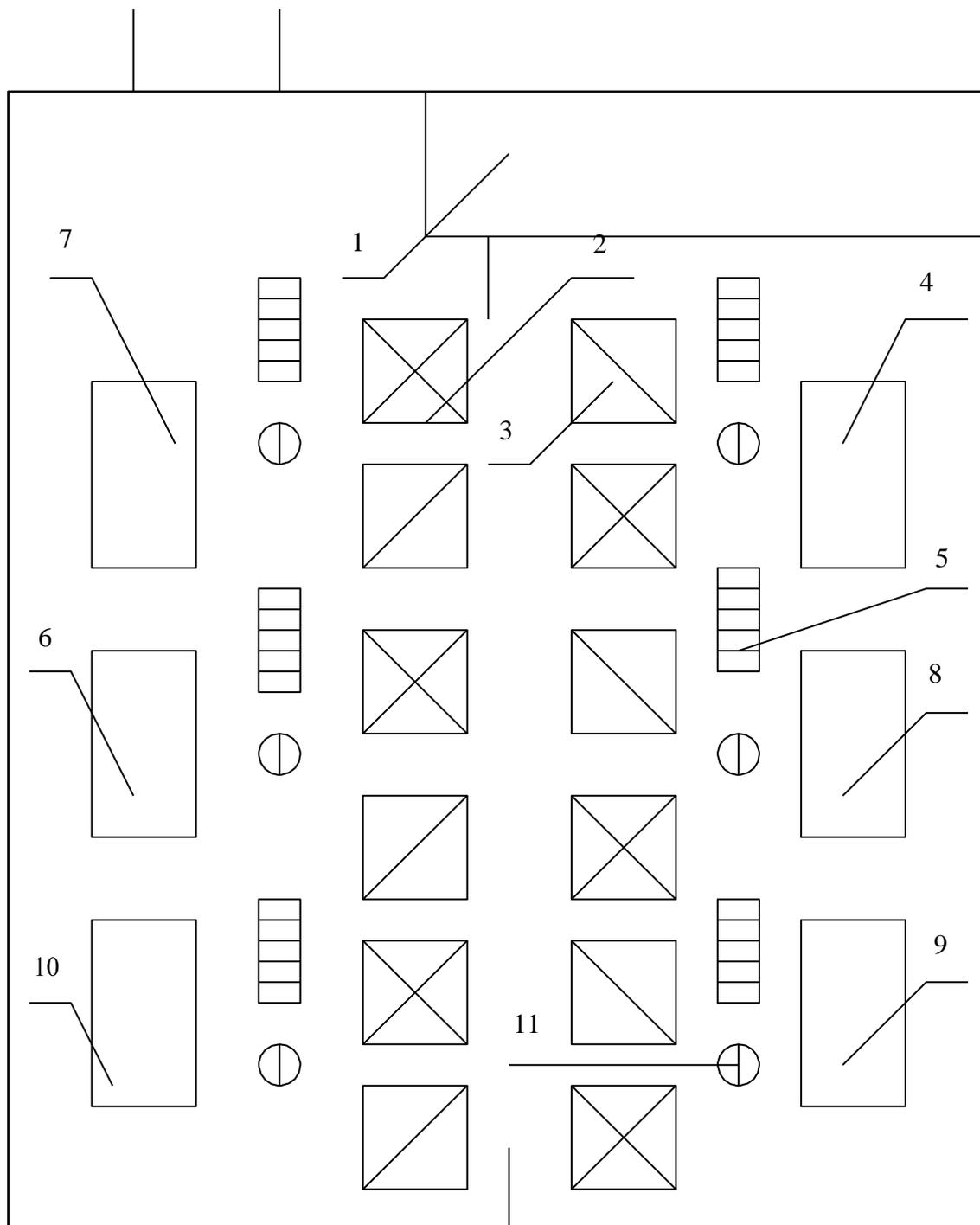
Т.е. $5987.8 = 333.38 \cdot P_p - 487.29 \rightarrow P_p = 19.42 \text{ кг}$

«Таким образом для удержания автомобиля с полной нагрузкой на уклоне 18% достаточно усилия»[5] $P_p = 19.42 \text{ кг}$.

Вывод: Проведенные расчеты показали, что автомобиль с внедренными модернизированными в нем задними и передними дисковыми тормозными механизмами соответствует всем требованиям изложенным в поправке 05 Правил N13 ЕЭК ООН для тормозных систем легковых автомобилей.

3 Безопасность и экологичность объекта

«3.1 Описание производственного участка



1-место для отдыха; 2-сверлильный станок; 3-пресс; 4-контрольный стенд;
5-контрольный стенд; 6-балансировочный станок; 7-клепальный полуавтомат; 8-
контейнер с заготовками; 9-контейнер с деталями; 10-документация;
11-рабочее место.

Рисунок 3.1 – Эскиз рабочего участка»[7]

«3.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 3.1 - Опасные и вредные факторы производства

Наименование ОВПФ	Воздействие ОВПФ на организм человека
1) Повышенный уровень шума. 2) Повышенный уровень	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз и сердечно-сосудистую систему.
1) Повышенный уровень шума 2) Повышенный уровень	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз и сердечно-сосудистую систему.
1) Подвижные детали. 2) Напряжение зрительных анализаторов.	1) Травматизм. 2) Снижение зрения, утомляемость, головная боль, раздражительность, нервное напряжение стресс.
1) Повышенный уровень шума. 2) Повышенный уровень вибраций.	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз, сердечно-сосудистую систему. 2) Нарушения вестибулярного
9) Напряжение зрительных анализаторов.	9) Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль, раздражительность, нервное»[7] перенапряжение, стресс.

Общие требования по охране труда

1. «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.»[16]

2. «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).» [16]

3. 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.

4. «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.» [16]

5. «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).» [16]

6. «Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.» [16]

7. «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).» [16]

8. «Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.» [16]

«Общие положения и область применения» [16]

9. «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.» [16]

10. «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.» [16]

11. «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. » [16]

12. «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. » [16]

13. «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. » [16]

14. «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".»[16]

15. «Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. » [16]

16. «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. » [16]

«Нормативные ссылки» [16]

17. «[Закон](#) РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".»[16]

18. «[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. » [16]

19. «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. » [16]

«Термины и определения» [16]

20. «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. » [16]

21. «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. » [16]

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

23. «Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. » [16]

24. «Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. » [16]

25. «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в $^{\circ}\text{C}$. » [16]

«Общие требования и показатели микроклимата» [16]

26. «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. » [16]

27. «Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.» [16]

28. «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. » [16]

«Оптимальные условия микроклимата» [16]

29. «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.» [16]

30. «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.» [16]

31. «Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.» [16]

32. «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.» [16]

33. Требования по пожарной безопасности

«В целях настоящего Федерального закона применяются следующие понятия:

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

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

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.» [16]

4 Экономическая эффективность дипломного проекта

Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Таблица 4.1 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
«Годовая программа выпуска изделия»[8]	<i>V_{год.}</i>	шт.	48000
«Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС»[8]	<i>E_{соц.н.}</i>	%	30
«Коэффициент общезаводских расходов»[8]	<i>E_{обзав.}</i>	%	197
«Коэффициент коммерческих (внепроизводственных)расходов»[8]	<i>E_{ком.}</i>	%	0,29
«Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования»[8]	<i>E_{обор.}</i>	%	194
«Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов»[8]	<i>K_{тзр.}</i>	%	1,45
«Коэффициент цеховых расходов»[8]	<i>E_{цех.}</i>	%	172
«Коэффициент расходов на инструмент и оснастку»[8]	<i>E_{инстр.}</i>	%	3
«Коэффициент рентабельности и плановых накоплений»[8]	<i>K_{рент.}</i>	%	30
«Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве»[8]	<i>K_{вып.}</i>	%	14
«Коэффициент премий и доплат за работу на производстве»[8]	<i>K_{прем.}</i>	%	12
«Коэффициент возвратных отходов»[8]	<i>K_{вот.}</i>	%	1
«Часовая тарифная ставка 5-го разряда»[8]	<i>C_{p5}</i>	руб.	95,29
«Часовая тарифная ставка 6-го разряда»[8]	<i>C_{p6}</i>	руб.	99,44
«Часовая тарифная ставка 7-го разряда»[8]	<i>C_{p7}</i>	руб.	103,53
«Коэффициент капиталообразующих инвестиций»[8]	<i>K_{инв.}</i>	%	0,162

«Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:»[8]

$$«\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) »[8]$$

« 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]

(4.1)

Таблица 4.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	1,05	152,78
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,25	59,20
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	2,52	327,78
Бронза (отходы)	кг	3,1	2,5	7,75
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,45	195,34
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	2,14	10,06
Итого				752,90
<i>Ктзр</i>		1,45		10,92
<i>Квот</i>		1		7,53
Всего				771,35

$M = 771,35$ руб.

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

$$\Sigma\Pi_i = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100 \quad (4.2)$$

«где - C_i - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, руб. »[8]

« n_i - количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, шт. »[8]

«Таблица 4.3 - Покупные изделия»[8]

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Фрикционные накладки	шт.	755,54	2	1511,08
Болт крепления кожуха	шт.	25,68	2	51,36
Пружина	шт.	15,24	2	30,48
Колпачек штуцера	шт.	9,54	2	19,08
Комплект уплотнителей	шт.	138,66	2	277,32
Шланг тормозной	шт.	354,58	2	709,16
Итого				2598,48
<i>Ктзр</i>		1,45		37,68
Всего				2636,16

$\Pi_i = 2636,16$ руб.

«Основная заработная плата производственных рабочих»[8]

$$Z_o = Z_t (1 + K_{прем} / 100) \quad (4.3)$$

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

$$Z_m = C_p \cdot i \cdot T_i \quad (4.4)$$

«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 4.4 - Расчет затрат на выполнение операций»[8]

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
«Заготовительная»[8]	5	1,22	95,29	116,25
«Токарная»[8]	6	0,87	99,44	86,51
«Фрезерная»[8]	5	1,10	95,29	104,82
«Термообработка»[8]	7	0,45	103,53	46,59
«Шлифовальная»[8]	5	1,47	95,29	140,08
«Сборочная»[8]	7	1,98	103,53	204,99
Итого				699,24
$K_{прем}$		12		83,91
Всего				783,15

$$Z_o = 783,15 \text{ руб.}$$

«Дополнительная заработная плата»[8]

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (4.5)$$

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

$$Z_{доп} = 783,15 \cdot 0,14 = 109,64 \text{ руб.}$$

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

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (4.6)$$

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

$$C_{соц.н.} = (783,15 + 109,64) \cdot 0,3 = 267,84 \text{ руб.}$$

«Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»[8]

$$C_{сод.обор.} = Z_o \cdot E_{обор.} / 100 \quad (4.7)$$

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

$$\langle \text{Ссод.обор.} = 783,15 \cdot 1,94 = 1519,31 \text{ руб.} \rangle$$

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (4.8)$$

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

$$C_{\text{цех}} = 783,15 \cdot 1,72 = 1347,02 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку:

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (4.9)$$

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

$$C_{\text{инстр.}} = 783,15 \cdot 0,03 = 23,49 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (4.10)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 771,35 + 2636,16 + 783,15 + 267,84 + 109,64 + 1519,31 + 1347,02 + 23,49 = 7457,95 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (4.11)$$

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

$$C_{\text{обзав.}} = 783,15 \cdot 1,97 = 1542,80 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (4.12)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1542,80 + 7457,95 = 9000,75 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (4.13)$$

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

$$C_{\text{ком.}} = 9000,75 \cdot 0,0029 = 26,10 \text{ руб.} \rangle [8]$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (4.14)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 9000,75 + 26,10 = 9026,86 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (4.15)$$

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

$$\text{Цотп.б.} = 9026,86 \cdot (1 + 0,3) = 11734,91 \text{ руб.}$$

Таблица 4.5 - Сравнительная калькуляция

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	848,48	771,35
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	2636,16	2636,16
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	783,15	783,15
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	109,64	109,64
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	267,84	267,84
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1519,31	1519,31
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	1347,02	1347,02
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	23,49	23,49
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	7535,09	7457,95
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1542,80	1542,80
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	9077,89	9000,75
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	26,33	26,10
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	9104,22	9026,86
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	11835,48	11835,48»[8]

4.1 Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат:

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{дон} + С_{соц.н.} \quad (4.16)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{дон} + С_{соц.н.} \quad (4.17)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 848,48 + 2636,16 + 783,15 + 109,64 + 267,84 = \\ &= 4645,27 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 771,35 + 2636,16 + 783,15 + 109,64 + 267,84 = \\ &= 4568,13 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (4.18)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (4.19)$$

где - $V_{год}$ - объём производства

$$З_{перем.б.} = 4645,27 \cdot 48000 = 222972894,54 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 4568,13 \cdot 48000 = 219270416,78 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (4.20)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (4.21)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1519,31 + 23,49 + 1347,02 + 1542,80 + 26,33 = \\ &= 4458,95 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1519,31 + 23,49 + 1347,02 + 1542,80 + 26,10 = \\ &= 4458,72 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (4.22)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (4.23) \text{ »[8]}$$

$$\langle \text{Зпост.б.} = 4458,95 \cdot 48000 = 214029447,36 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпост.пр.} = 4458,72 \cdot 48000 = 214018710,17 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

$$\text{Ам.уд.} = (\text{Ссод.обор.} + \text{Синстр.}) \cdot H_A / 100 \quad (4.24)$$

где - H_A - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

$$\text{Ам.уд.} = (1519,31 + 23,49) \cdot 12 / 100 = 185,14 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.25)$$

$$\text{Сполн.год.пр.} = 9026,86 \cdot 48000 = 433289126,95 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.26)$$

$$\text{Выручка} = 11835,48 \cdot 48000 = 568103044,47 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (4.27)$$

$$\text{Дмарж.} = 568103044,47 - 219270416,78 = 348832627,69 \text{ руб.}$$

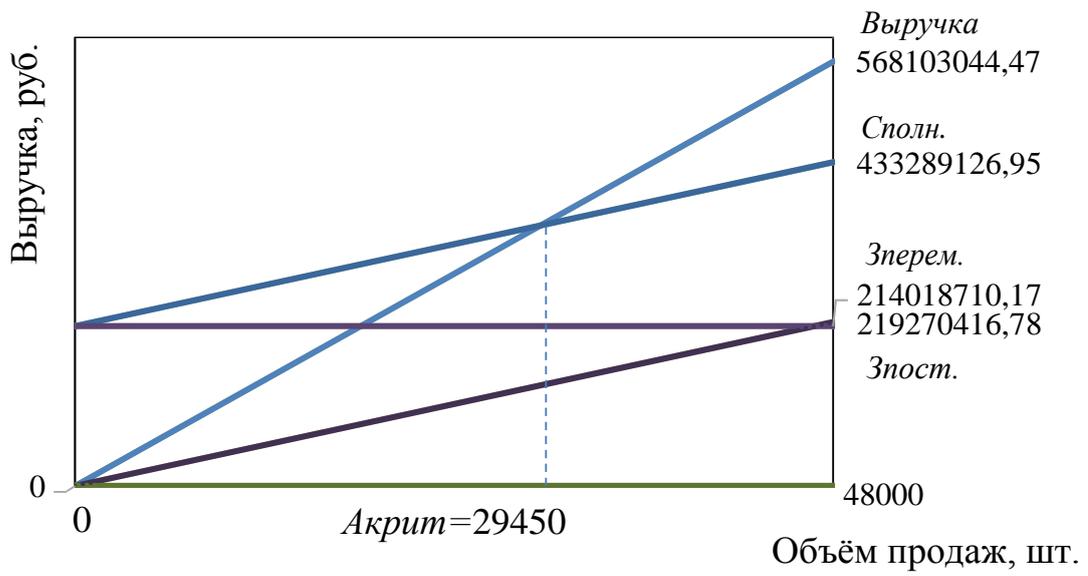
Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (4.28)$$

$$\text{Акрит.} = 214018710,17 / (11835,48 - 4568,13) = 29449,36 \text{ руб.}$$

$$\text{Акрит.} = 29450 \text{ руб.} \text{ »[8]}$$

«График точки безубыточности»[8]



«Рисунок 4.1 - График точки безубыточности»[8]

4.2 Расчет коммерческой эффективности проекта

«Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет. »[8]

$$\Delta = \frac{V_{\max} - A_{\text{крит}}}{n - 1}$$

«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]

$$\Delta = \frac{48000 - 29450}{6 - 1} = 3710 \text{ шт.}$$

«Объем продаж по годам: »[8]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (4.30)$$

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

$$V_{\text{прод.}1} = 29450 + 1 \cdot 3710 = 33160 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 29450 + 2 \cdot 3710 = 36870 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 29450 + 3 \cdot 3710 = 40580 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 29450 + 4 \cdot 3710 = 44290 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 29450 + 5 \cdot 3710 = 48000 \text{ шт.}$$

«Выручка по годам: »[8]

$$V_{\text{выручка.}i} = C_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (4.31)$$

$$V_{\text{выручка.}1} = 11835,48 \cdot 33160 = 392464519,89 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}2} = 11835,48 \cdot 36870 = 436374151,03 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}3} = 11835,48 \cdot 40580 = 480283782,18 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}4} = 11835,48 \cdot 44290 = 524193413,32 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}5} = 11835,48 \cdot 48000 = 568103044,47 \text{ руб.}$$

«Переменные затраты

для базового варианта: »[8]

$$З_{перем.б.i} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{прод.i} \quad (4.32)$$

$$З_{перем.б.1} = 4645,27 \cdot 33160 = 154037107,98 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.2} = 4645,27 \cdot 36870 = 171271054,62 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.3} = 4645,27 \cdot 40580 = 188505001,26 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.4} = 4645,27 \cdot 44290 = 205738947,90 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.5} = 4645,27 \cdot 48000 = 222972894,54 \text{ руб.}$$

«для проектного варианта: »[8]

$$З_{перем.пр.i} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{прод.i} \quad (4.33)$$

$$З_{перем.пр.1} = 4568,13 \cdot 33160 = 151479312,93 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.2} = 4568,13 \cdot 36870 = 168427088,89 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.3} = 4568,13 \cdot 40580 = 185374864,85 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.4} = 4568,13 \cdot 44290 = 202322640,82 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.5} = 4568,13 \cdot 48000 = 219270416,78 \text{ руб.}$$

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

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{год} \quad (4.34)$$

$$Ам. = 185,14 \cdot 48000 = 8886543,52 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость

для базового варианта: »[8]

$$С_{полн.б.i} = З_{перем.б.i} + З_{пост.б} \quad (4.35)$$

$$С_{полн.б.1} = 154037107,98 + 214029447,36 = 368066555,34 \text{ руб.}$$

$$С_{полн.б.2} = 171271054,62 + 214029447,36 = 385300501,98 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.3} = 188505001,26 + 214029447,36 = 402534448,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 205738947,90 + 214029447,36 = 419768395,26 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 222972894,54 + 214029447,36 = 437002341,90 \text{ руб.}$$

«для проектного варианта: »[8]

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (4.36)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 151479312,93 + 214018710,17 = 365498023,10 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 168427088,89 + 214018710,17 = 382445799,06 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 185374864,85 + 214018710,17 = 399393575,02 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 202322640,82 + 214018710,17 = 416341350,99 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 219270416,78 + 214018710,17 = 433289126,95 \text{ руб.}$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам: »[8]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (4.37)$$

$$\text{Пр.обл.1} = (392464519,89 - 365498023,10) - (392464519,89 - 368066555,34) = 2568532,24 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = (436374151,03 - 382445799,06) - (436374151,03 - 385300501,98) = 2854702,91 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = (480283782,18 - 399393575,02) - (480283782,18 - 402534448,62) = 3140873,59 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = (524193413,32 - 416341350,99) - (524193413,32 - 419768395,26) = 3427044,27 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = (568103044,47 - 433289126,95) - (568103044,47 - 437002341,90) = 3713214,95 \text{ руб.}$$

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

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (4.38)$$

$$\text{Нпр.1} = 2568532,24 \cdot 0,20 = 513706,45 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 2854702,91 \cdot 0,20 = 570940,58 \text{ руб.}$$

$$Нпр.3 = 3140873,59 \cdot 0,20 = 628174,72 \text{ руб.}$$

$$Нпр.4 = 3427044,27 \cdot 0,20 = 685408,85 \text{ руб.}$$

$$Нпр.5 = 3713214,95 \cdot 0,20 = 742642,99 \text{ руб.}$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$Пр.ч.i = Пр.обл.i - Нпр.i \quad (4.39)$$

$$Пр.ч.1 = 2568532,24 - 513706,45 = 2054825,79 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.2 = 2854702,91 - 570940,58 = 2283762,33 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.3 = 3140873,59 - 628174,72 = 2512698,87 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.4 = 3427044,27 - 685408,85 = 2741635,41 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.5 = 3713214,95 - 742642,99 = 2970571,96 \text{ руб.}$$

«Расчет экономии от повышения надежности»[8]

$$Пр.ож.д. = Цотп. \cdot Д2/Д1 - Цотп. \quad (4.40)$$

«где - Д1 и Д2 - долговечность изделия»[8]

$$Д1 = 100000 \text{ циклов}$$

$$Д2 = 140000 \text{ циклов}$$

$$Пр.ож.д. = 11835,48 \cdot 140000 / 100000 - 11835,48 = 4734,19 \text{ руб.}$$

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

$$ЧДi = Пр.ч.i + Ам + Пр.ож.д. \cdot Vпрод.i \quad (4.41)$$

$$ЧД1 = 2054825,79 + 8886543,52 + 4734,19 \cdot 33160 = 167927177,27 \text{ руб}$$

$$ЧД2 = 2283762,33 + 8886543,52 + 4734,19 \cdot 36870 = 185719966,27 \text{ руб}$$

$$ЧД3 = 2512698,87 + 8886543,52 + 4734,19 \cdot 40580 = 203512755,27 \text{ руб}$$

$$ЧД4 = 2741635,41 + 8886543,52 + 4734,19 \cdot 44290 = 221305544,26 \text{ руб}$$

$$ЧД5 = 2970571,96 + 8886543,52 + 4734,19 \cdot 48000 = 239098333,26 \text{ руб}$$

«Дисконтирование денежного потока.»[8]

$$\alpha_{ii} = 1/(1 + Ecm.i)t \quad (4.42)$$

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

t - год приведения затрат и результатов»[8]

$$Ecm. = 5 \%$$

$$\alpha_1 = 0,952 \quad \alpha_2 = 0,907 \quad \alpha_3 = 0,864 \quad \alpha_4 = 0,823 \quad \alpha_5 = 0,783$$

$$ДСПи = ЧДи \cdot \alpha_i \quad (4.43)$$

$$ДСП1 = 167927177,27 \cdot 0,952 = 159866672,76 \text{ руб.}$$

$$ДСП2 = 185719966,27 \cdot 0,907 = 168448009,40 \text{ руб.}$$

$$ДСП3 = 203512755,27 \cdot 0,864 = 175835020,55 \text{ руб.}$$

$$ДСП4 = 221305544,26 \cdot 0,823 = 182134462,93 \text{ руб.}$$

$$ДСП5 = 239098333,26 \cdot 0,783 = 187213994,95 \text{ руб.}$$

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (4.44)$$

$$\Sigma ДСП = 159866672,76 + 168448009,40 + 175835020,55 +$$

$$+ 182134462,93 + 187213994,95 = 873498160,59 \text{ руб.}$$

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (4.45)$$

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

$$J_0 = 0,162 \cdot (365498023,10 + 382445799,06 + 399393575,02 +$$

$$+ 416341350,99 + 433289126,95) = 323508795,77 \text{ руб.}$$

«Чистый дисконтированный доход равен: »[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (4.46)$$

$$ЧДД = 873498160,59 - 323508795,77 = 549989364,82 \text{ руб.}$$

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

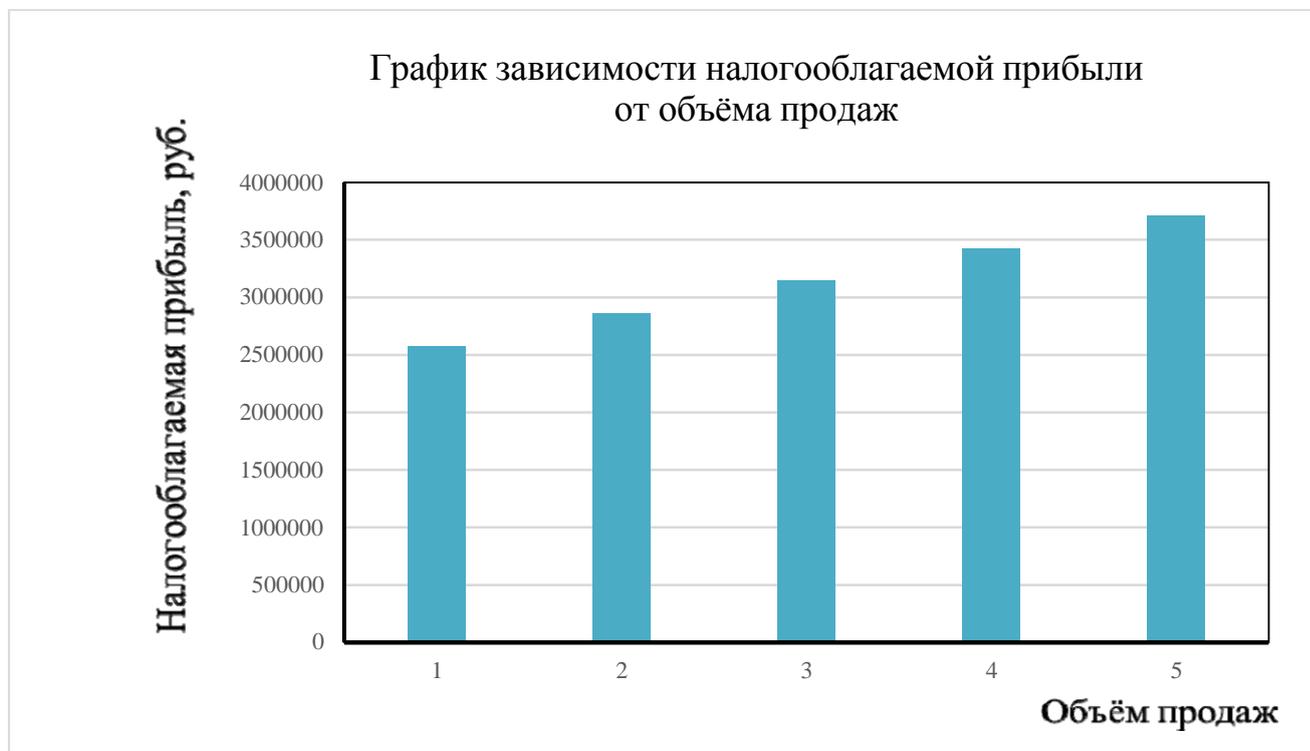
$$JD = ЧДД / J_0 \quad (4.47)$$

$$JD = 549989364,82 / 323508795,77 = 1,70$$

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (4.48)$$

$$Токуп. = 323508795,77 / 549989364,82 = 0,59$$



«Рисунок 4.2 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объёма продаж»[8]

Выводы и рекомендации.

В результате проведения конструкторских мероприятий увеличился ресурс проектируемого узла автомобиля при одновременном положительном экономическом эффекте $ID = 1,70$.

При расчете экономических показателей по внедрению проектного узла автомобиля в массовое производство было определено, что себестоимость проектного варианта ниже, чем себестоимость для базового варианта, и в результате увеличения ресурса проектной конструкции 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 модернизированного узла автомобиля составляет 549989364,82 рублей.

Срок окупаемости данного проекта равен 0,59 года, что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.

Таблица 4.6 - Показатели коммерческой эффективности проекта

Наименование показателей	Годы					
	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Объем продаж Vпрод.(шт)		33160	36870	40580	44290	48000
Отпускная цена за единицу продукции (руб.) Цотп.		11835,48				
Выручка.н.		392465	436374	480284	524193	568103
Переменные затраты (тыс. руб) Зперем.б.		154037	171271	188505	205739	222973
Зперем.н.		151479	168427	185375	202323	219270
Амортизация, Ам (тыс. руб.)		8887				
Постоянные затраты,(тыс. руб) Зпост.б.		214029				
Зпост.н.		214019				
Полная себестоимость, (тыс. руб) Спол.б.		368067	385301	402534	419768	437002
Спол.н.		365498	382446	399394	416341	433289
Налогооблагаемая прибыль, б (тыс. руб)		24398	51074	77749	104425	131101
Налогооблагаемая прибыль, н		26966	53928	80890	107852	134814
Налог на прибыль, б (тыс. руб)		4880	10215	15550	20885	26220
Налог на прибыль, н		5393	10786	16178	21570	26963
Прибыль чистая, б		19518	40859	62199	83540	104881
Прибыль чистая, н		21573	43143	64712	86282	107851
Чистый поток реальных денег ЧД (тыс. руб)		167927	185720	203513	221306	239098
Коэф дисконтир at1 при Ест.1		0,952	0,907	0,864	0,823	0,783
Чистый дисконтированный поток реальных денег, ДСП		159867	168448	175835	182134	187214
Капиталообразующие инвестиции Jo (тыс. руб)	323509					
Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег. сумма ЧДД		549989				
Индекс доходности,JD		1,70				
Срок окупаемости проекта Токуп.,год		0,59				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной работы явилась модернизация тормозной системы автомобиля Lada VESTA. В данном дипломном проекте предлагается установка модернизированного заднего и переднего дисковых тормозов вместо стандартного механизма. Предлагается заменить в тормозных механизмах тормозные диски. В место стандартных предлагается установка вентилируемых тормозных дисков с вентиляционными каналами направленными не радиально, а по дуге по ходу движения автомобиля, что обеспечивает гораздо больше пропускную способность воздуха, а значит и лучшее охлаждение и также в дисках имеются отверстия, что также улучшает охлаждение диска.

Дисковый тормозной механизм с модернизированными дисками имеет ряд преимуществ перед механизмом со стандартными дисками: при нагреве характеристики тормозов падают, тогда как у проектных дисков охлаждение в несколько раз лучше и поэтому эффективность тормозной системы автомобиля гораздо выше, особенно в жаркую погоду и в городских условиях; температурная стойкость дисков выше, в частности, из-за того, что они лучше охлаждаются; меньшие вес и размеры; повышается чувствительность тормозов, лучшая информативность; время срабатывания уменьшается; около 70% кинетической энергии автомобиля гасится передними тормозами, применение в задних дисковых тормозных механизмах модернизированные тормозные диски позволяют снизить нагрузку на передние тормозные механизмы; температурные изменения окружающей среды не влияют на качество прилегания тормозных колодок к поверхности тормозного диска.

Данное техническое решение позволяет улучшить тормозные качества автомобиля без изменения конструкции автомобиля. Для унификации производства, снижения себестоимости изготовления запасных частей, взята оригинальная конструкция для передней тормозной системы, которая используется в настоящее время.

Настоящая работа соответствует современному состоянию и перспективам развития науки и техники в области автомобилестроения. Применение задних дисковых тормозов на серийном автомобиле значительно улучшает управляемость автомобиля и, как следствие, его безопасность, особенно в условиях городского движения, что приводит к повышению конкурентоспособности автомобиля Lada VESTA.

В конструкторской части проекта представлены расчеты тягово-динамических характеристик автомобиля и все необходимые расчеты разрабатываемого узла.

В разделе безопасности и экологичности проекта представлены мероприятия для обеспечения безопасных условий труда на рабочем месте сборки тормозных механизмов.

В экономической части представлен коммерческий эффект от внедрения разработанной конструкции в серийное производство.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

- 14.Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
- 15.Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
- 17.Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
- 19.Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан;. - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
- 20.Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин;. - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. - International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.
22. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. -37s.
23. Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.
24. Dainius, Luneckas. Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Luneckas, Dainius. Bartulis, Vilius;. - Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
25. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тягово-скоростные характеристики автомобиля

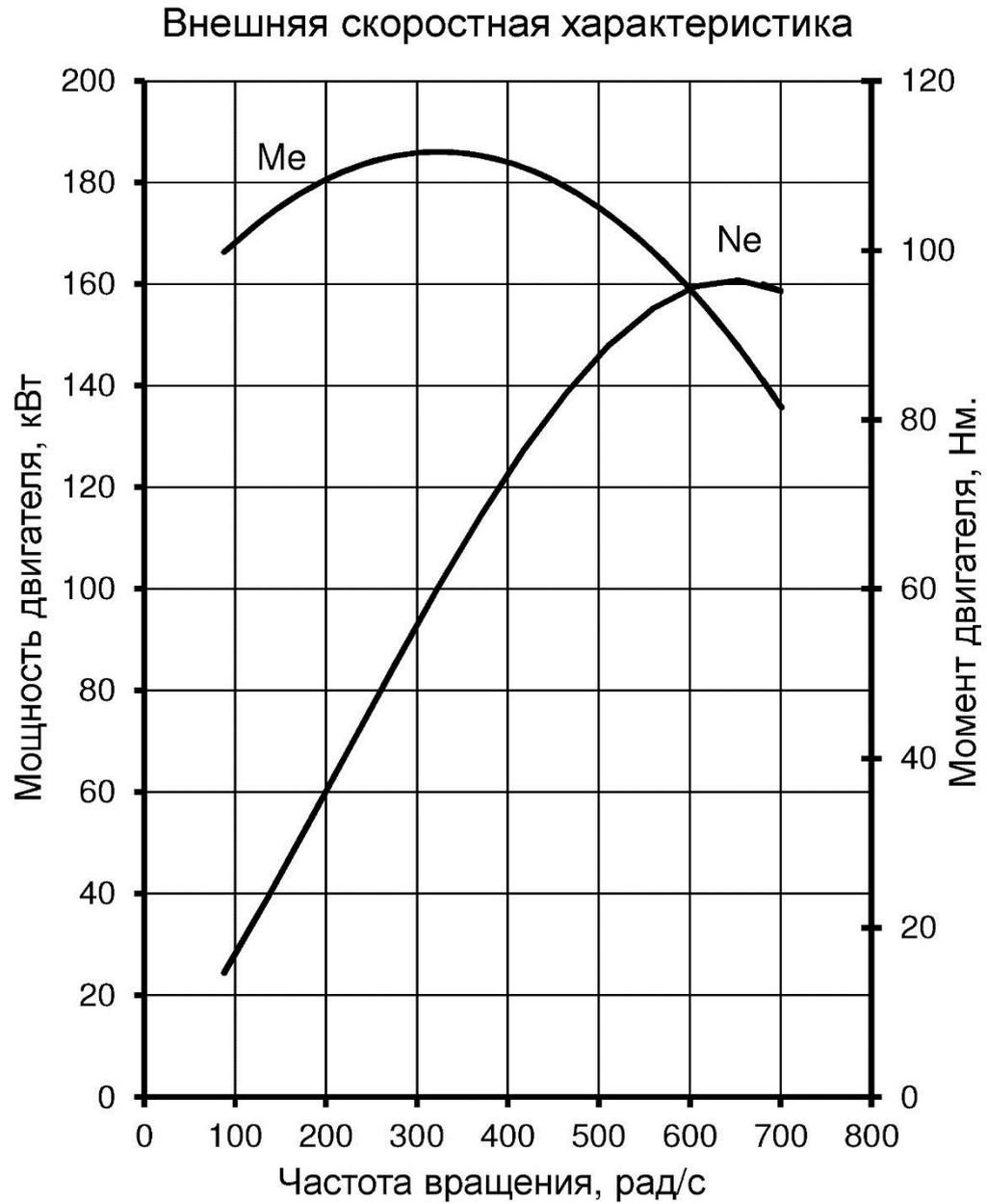


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

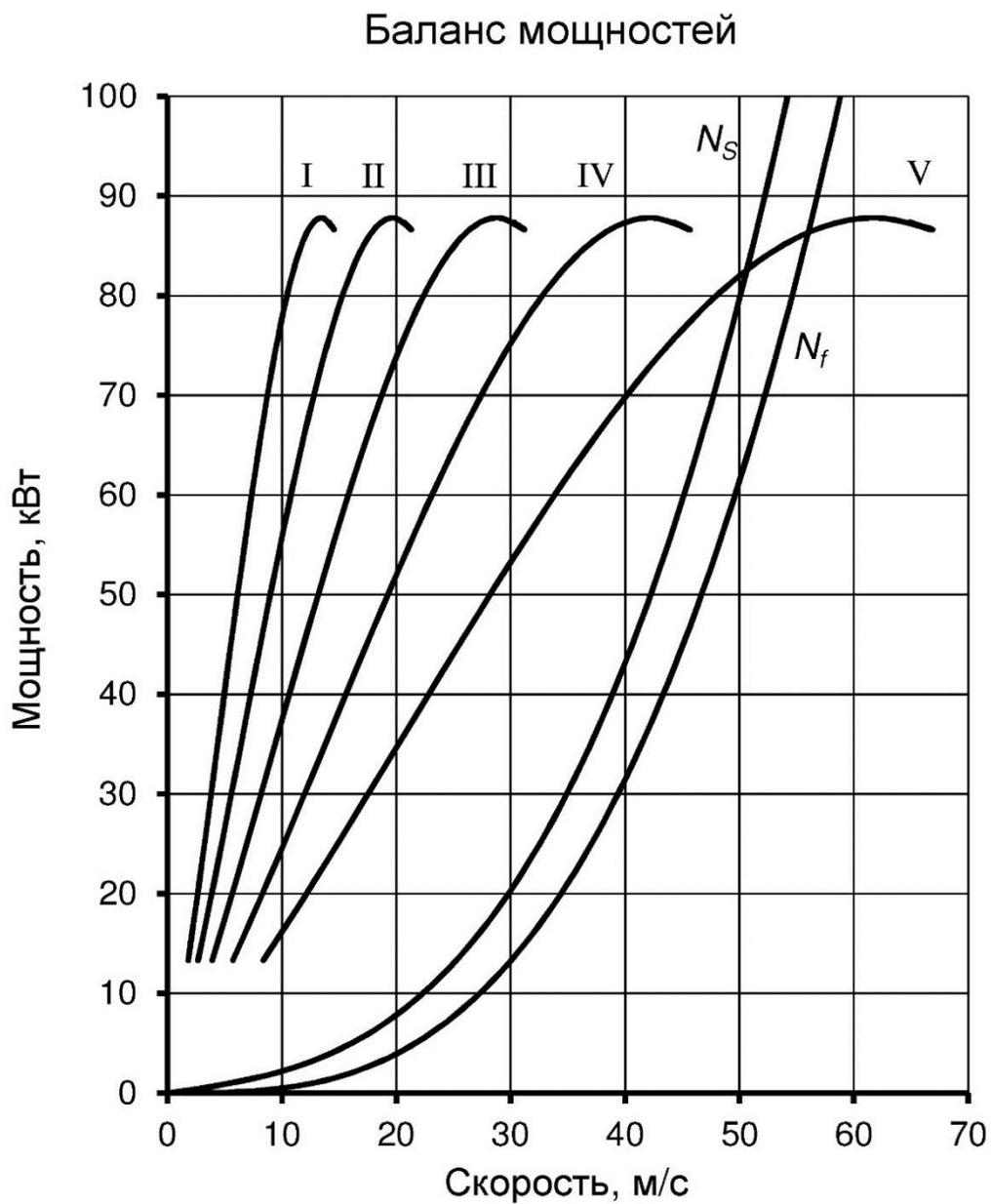


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

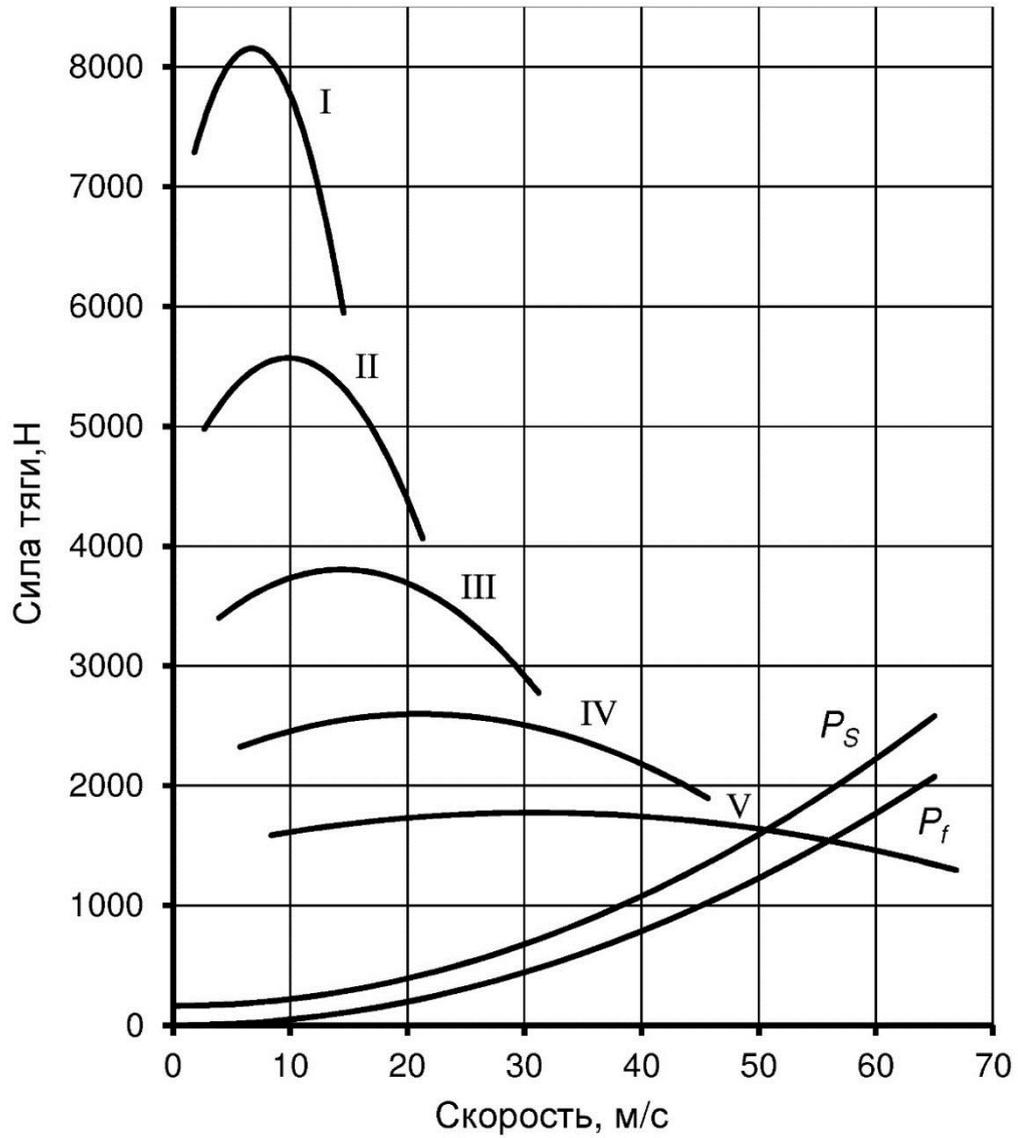


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

Динамический баланс

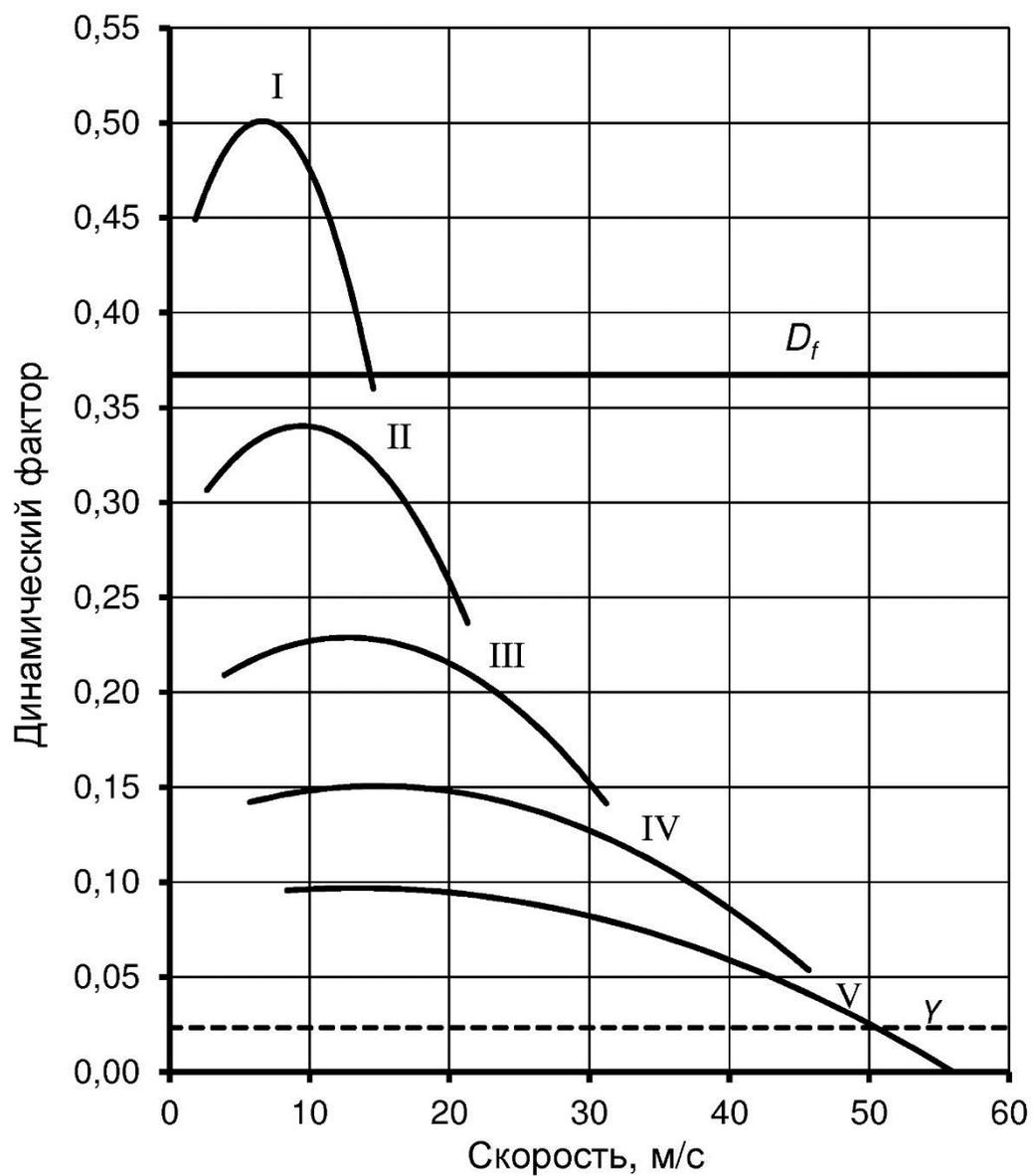


Рисунок А.4 – Динамический баланс

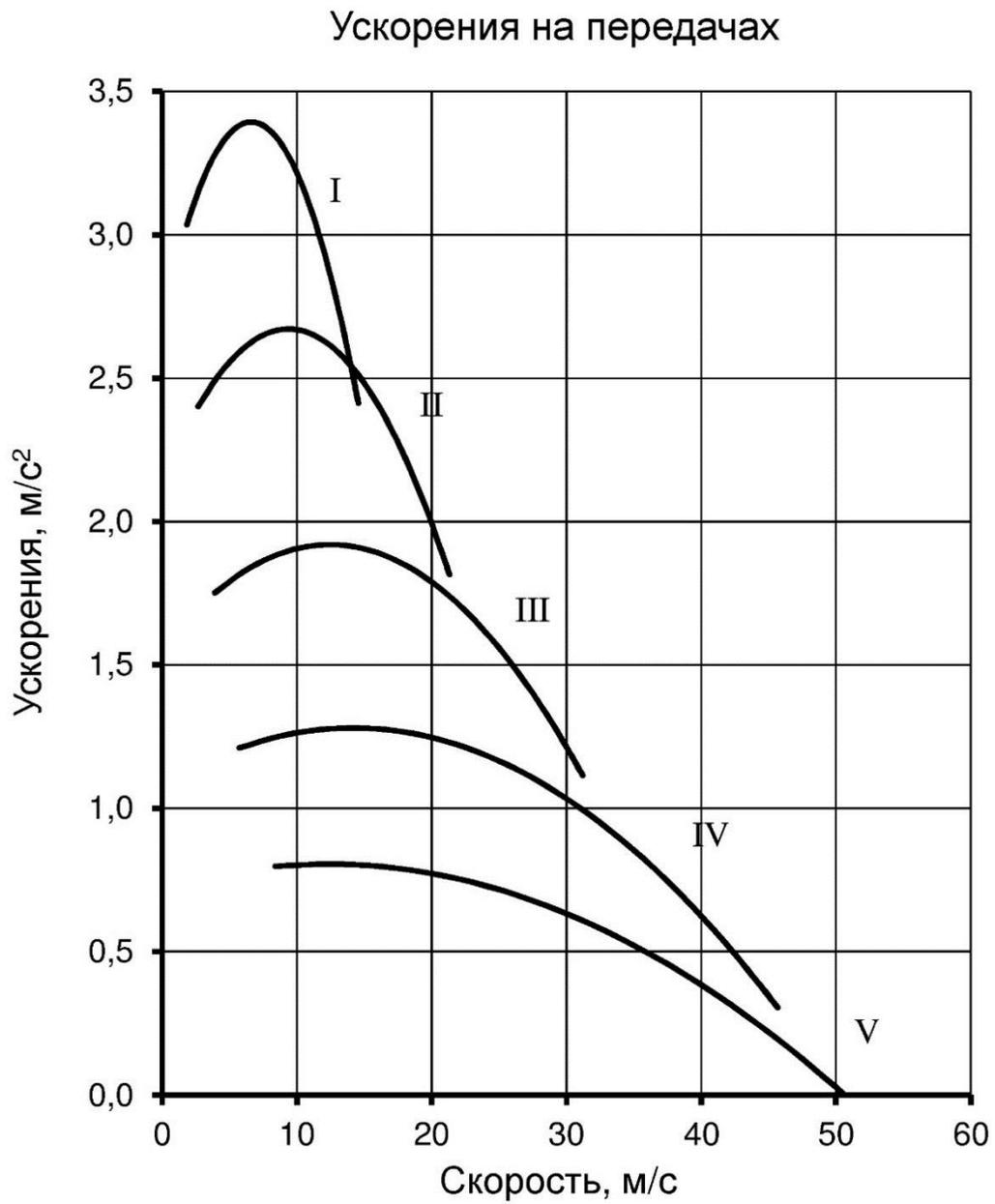


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

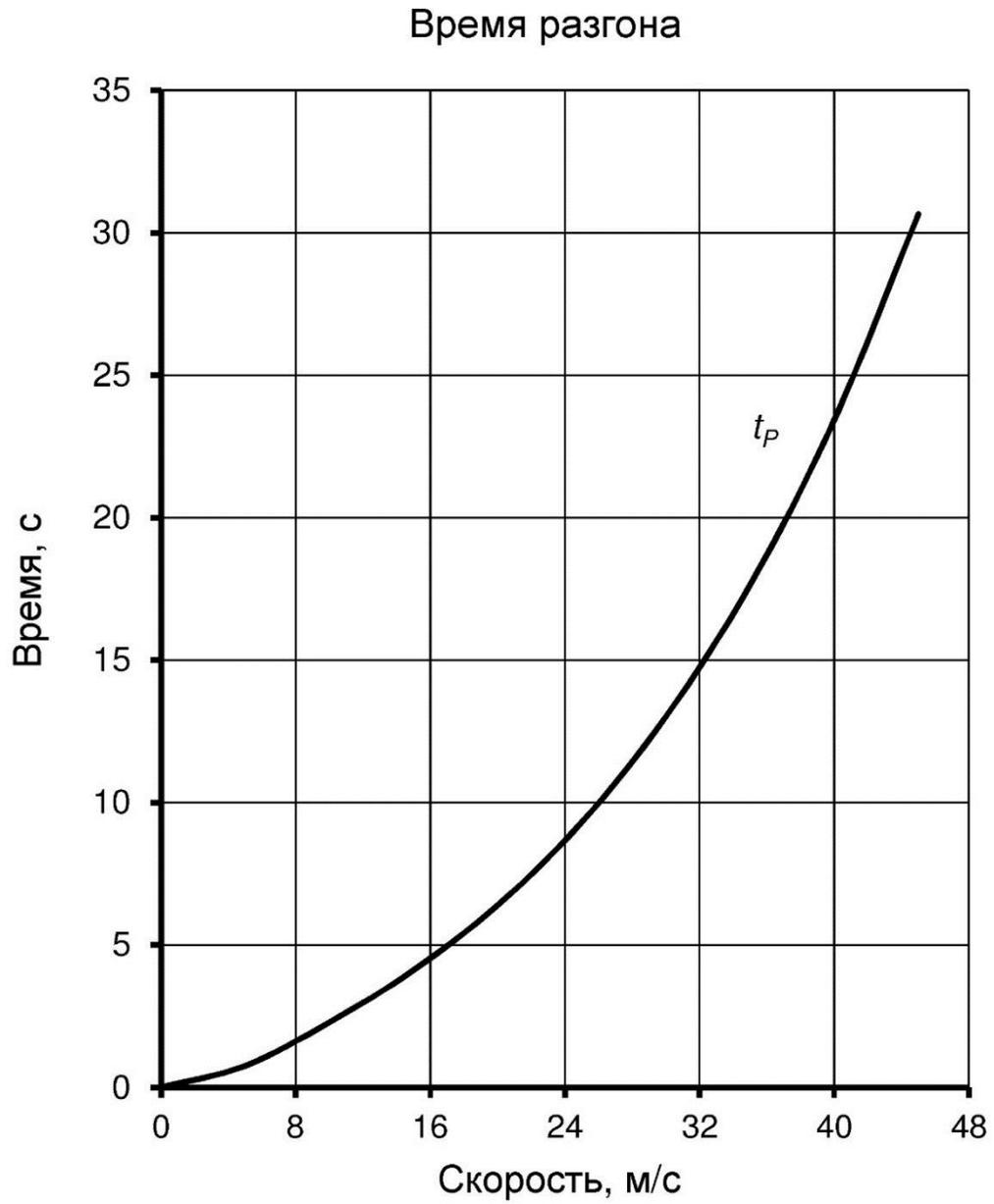


Рисунок А.6 – Время разгона

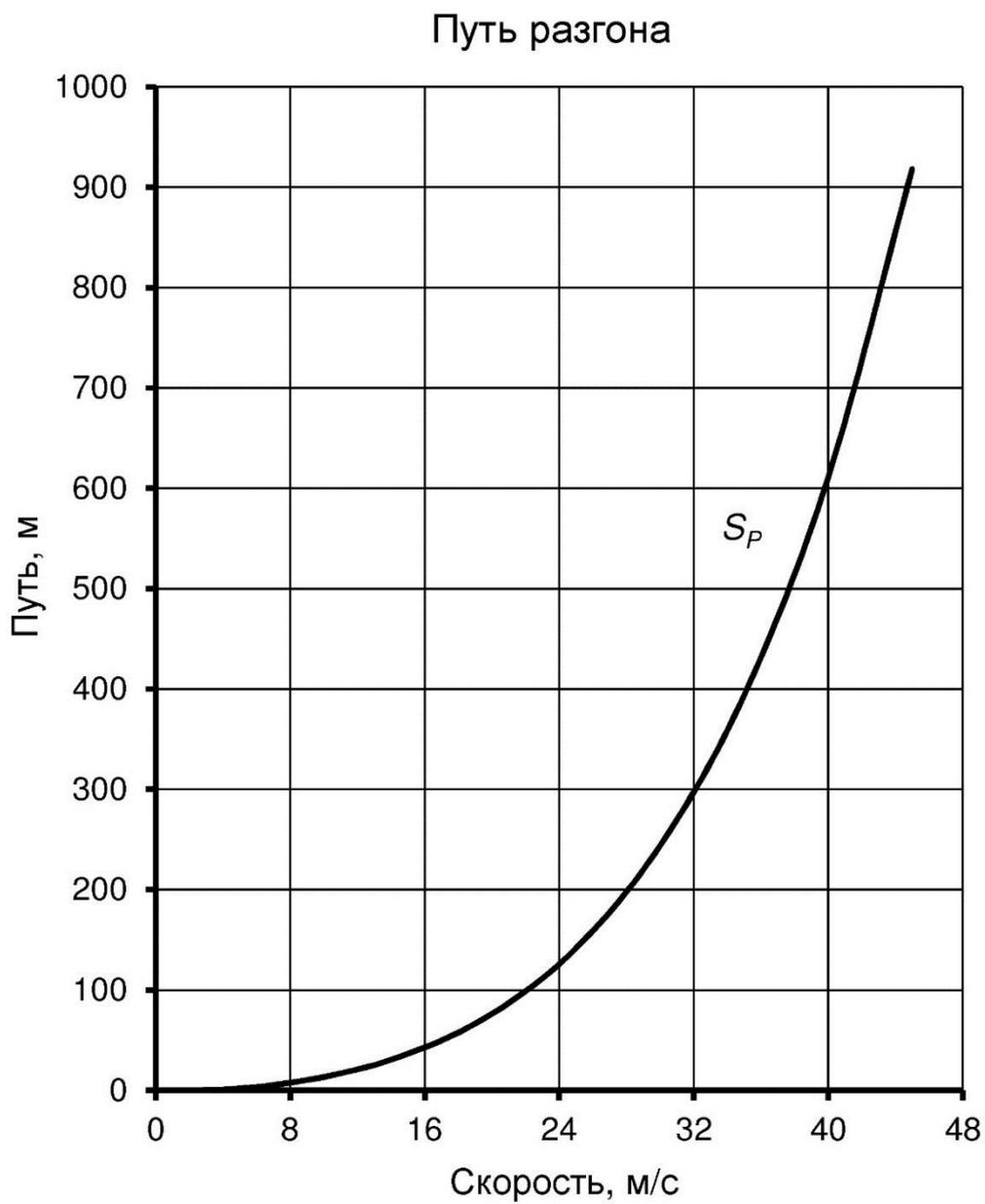


Рисунок А.7 – Путь разгона

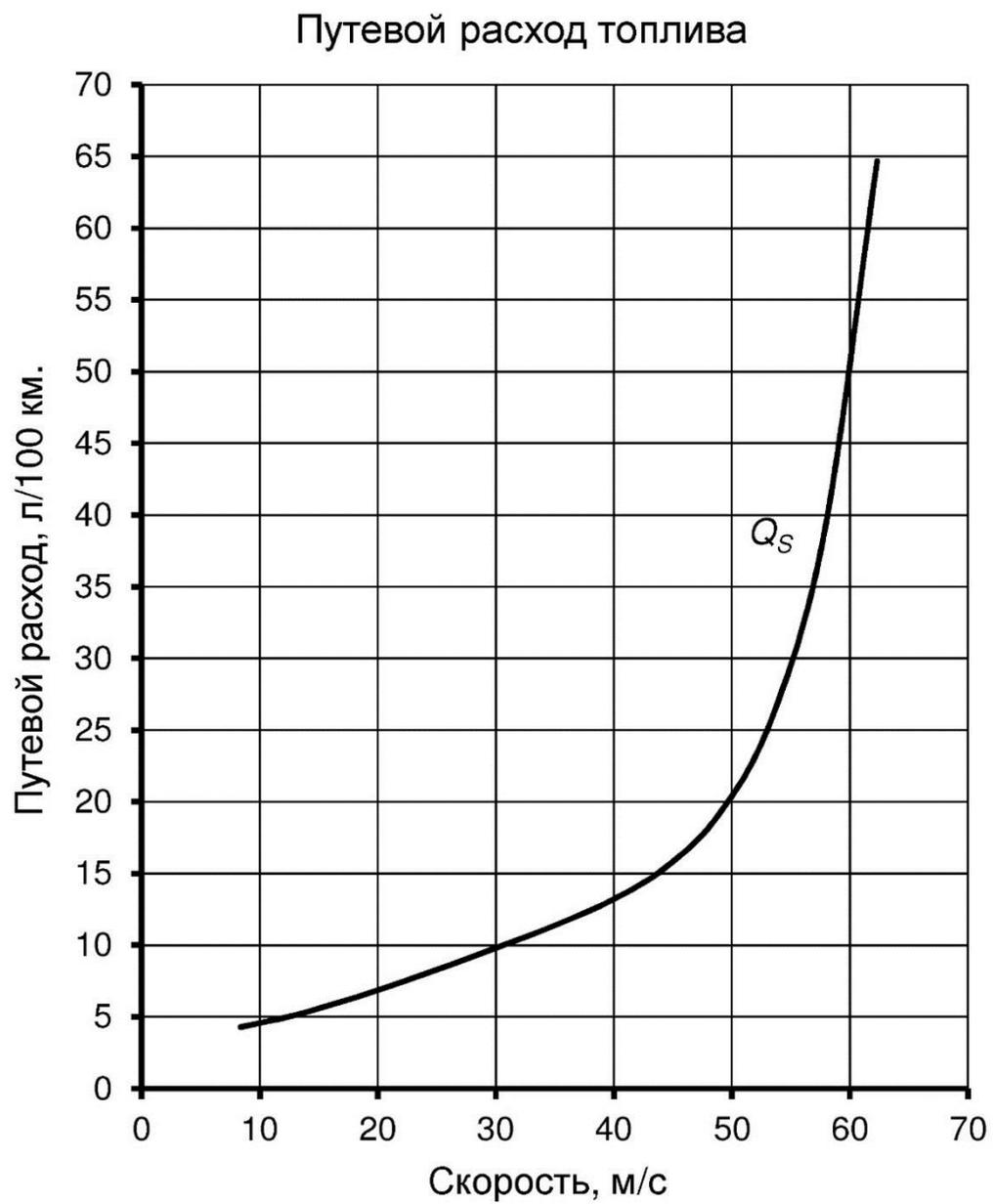


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива