

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Легковой автомобиль 2-го кл. с передним приводом.

Сцепление повышенной долговечности

Студент

Н.В. Гнездилов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.М. Скутнев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Целью данной бакалаврской работы стала разработка ведомого диска сцепления для автомобиля ВАЗ-2170.

Графическая часть включает общий вид автомобиля, детали входящие в состав ведомого диска сцепления, графики тягово-динамического расчёта и расчёта коммерческой эффективности проекта.

В технико-экономическом обосновании приводится анализ конструкций сцеплений и обоснование выбора конструкции проектируемого диска сцепления.

В конструкторской части приводится расчёт тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля, а также рассчитаны основные параметры ведомого диска в сцеплении.

В разделе технологическом бакалаврской работы проекта приводится технологический процесс по сборке диска сцепления ведомого.

В разделе по охране труда описываются опасные и вредные производственные факторы на рабочих местах при сборке ведомого диска сцепления, предложены организационные и с технической стороны действия необходимые для создания безопасного труда на участке сборки.

В экономической части бакалаврской работы проекта приводятся рассчитанные затраты на производство разрабатываемого узла сцепления, а также рассчитаны показатели финансовой выгоды проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Состояние вопроса	5
1.1. Назначение сцепления. Общие сведения.....	5
1.2. Требования, предъявляемые к сцеплению.....	6
1.3. Классификация сцепления.....	6
1.4. Анализ известных конструкций	8
1.5. Выбор и обоснование принятого варианта конструкции сцепления.....	12
2. Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено)	14
3. Конструкторская часть	15
3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля	16
3.2. Расчет упругой характеристики демпфера ведомого диска сцепления автомобиля ВАЗ-2170	27
4. Технологическая часть	36
4.1 Составление перечня сборочных работ.....	36
4.2 Определение трудоёмкости сборки.....	40
4.3 Определение типа производства.....	41
4.4Составление маршрутной технологии	42
5. Безопасность и экологичность объекта	46
5.1 Описание производственно-сборочного объекта	47
5.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов	48
5.3 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях	52

5.4 Общие положения и область применения.....	55
5.5 Нормативные ссылки	56
5.6 Термины и определения.....	56
5.7 Общие требования и показатели микроклимата	57
5.8 Оптимальные условия микроклимата	58
6. Экономическая эффективность проекта.....	59
6.1 Расчет себестоимости проектируемого сцепления	60
6.2 Расчет точки безубыточности.....	66
6.3 Расчет коммерческой эффективности.....	68
6.4 Анализ полученных данных и выводы.	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	79
ПРИЛОЖЕНИЯ	81

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.

Основными направлениями для дальнейшего развития технического уровня автомобилей - это уменьшение расхода топлива и масла, уменьшение трудоемкости техобслуживания, уменьшение себестоимости материала для изготовления автомобиля, уменьшение шумового параметра, токсичность 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. Целью данной бакалаврской работы является повышение ресурса и надежности сцепления легкового автомобиля 2-го класса в связи с увеличением мощности двигателя, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение сцепления. Общие сведения

Механизм сцепления нужен, чтобы передавать крутящий силовой момент двигателя ко всем трансмиссионным узлам автомобиля, и обратно отсоединять. Отсоединение трансмиссии от двигателя нужно в начале движения транспортного средства и затем, когда включается передача КПП. Кроме этого, сцепление защищает детали механизмов трансмиссии от перегрузок моментом инерции, создаваемым вращающимися массами двигателя, при резком замедлении коленчатого вала.

Самое распространенное фрикционное сцепление (см. Рисунок 1.1). Ведомые части это ведомый диск (поз.2, Рисунок 1.1) в сборе и вал (поз.10, Рисунок 1.1).

Различают два состояния фрикционного сцепления: включенное (Рисунок 1.1,а) и выключенное (Рисунок 1.1,б).

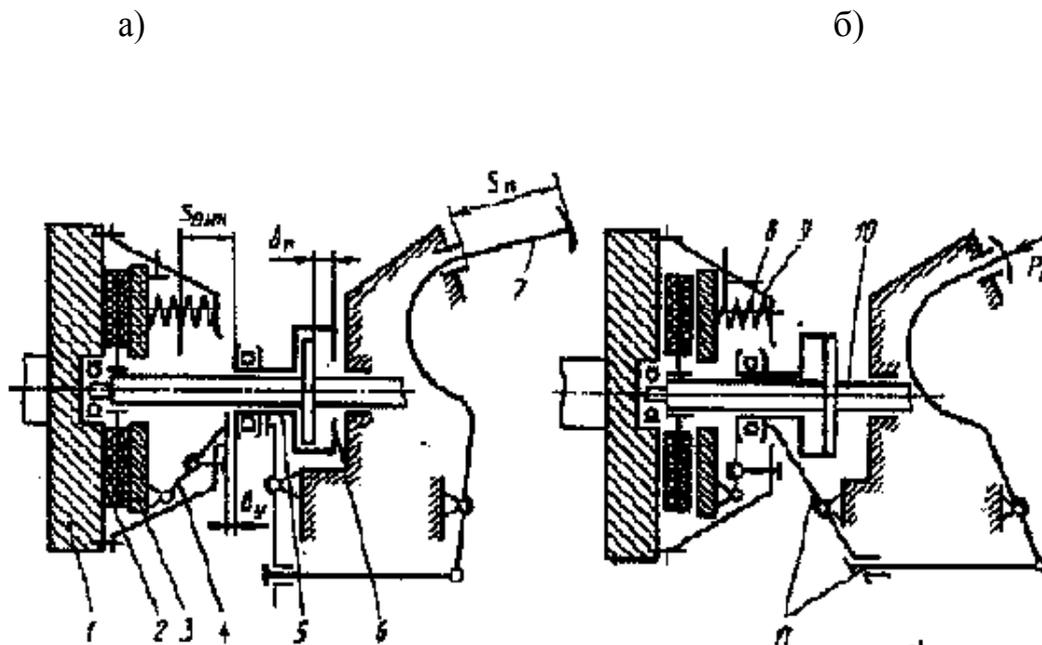


Рисунок 1.1 - Принципиальная схема фрикционного сцепления

Включенное состояние характеризуется тем, что диски фрикционного сцепления находятся под полным нажимным усилием пружин 8, обеспечивающим надёжную передачу крутящего момента [3]

1.2 Требования, предъявляемые к сцеплению

При конструировании фрикционных сцеплений необходимо обеспечить следующее:

- плавное начало движения автомобиля с места и полное включение сцепления, чтобы избежать ударов в механизмах трансмиссии и перегрузки деталей, которая может вызвать их износ, и в дальнейшем выход из строя.
- при выключении, сцепление должно быстро и полностью разъединять двигатель и трансмиссию с гарантированным зазором между поверхностями трения для безударного переключения передач (чистота выключения).
- необходимый отвод теплоты от поверхностей трения [4]

1.3 Классификация сцеплений

По числу силовых потоков фрикционные сцепления подразделяются на: однопоточные и двухпоточные. При использовании однопоточных фрикционных сцеплений мощность от двигателя передаётся к ведущим колёсам. Отбор мощности для привода рабочих органов прицепных, навесных и стационарных сельскохозяйственных машин производится через двухпоточные фрикционные сцепления, которые могут быть одинарными или двойными. При применении одинарного фрикционного сцепления крутящий момент на колёса передаётся через его пары трения, а на вал отбора мощности – через его ведущие части, чаще всего через кожух (опорный диск). Поэтому вал отбора мощности вращается всегда, когда вращается вал двигателя. Широко используются и двойные фрикционные сцепления. В них первое фрикционное сцепление имеет обычное назначение и называется главным, а второе, предназначенное для привода вала отбора мощности, - вспомогательным [6]

В автоматическом приводе имеется связь сцепления с другими органами управления автомобиля, такими, как управление дроссельной заслонкой, рычагом переключения передач и др. Поэтому из

органов управления автомобилем может быть исключена педаль сцепления, что упрощает её управление.

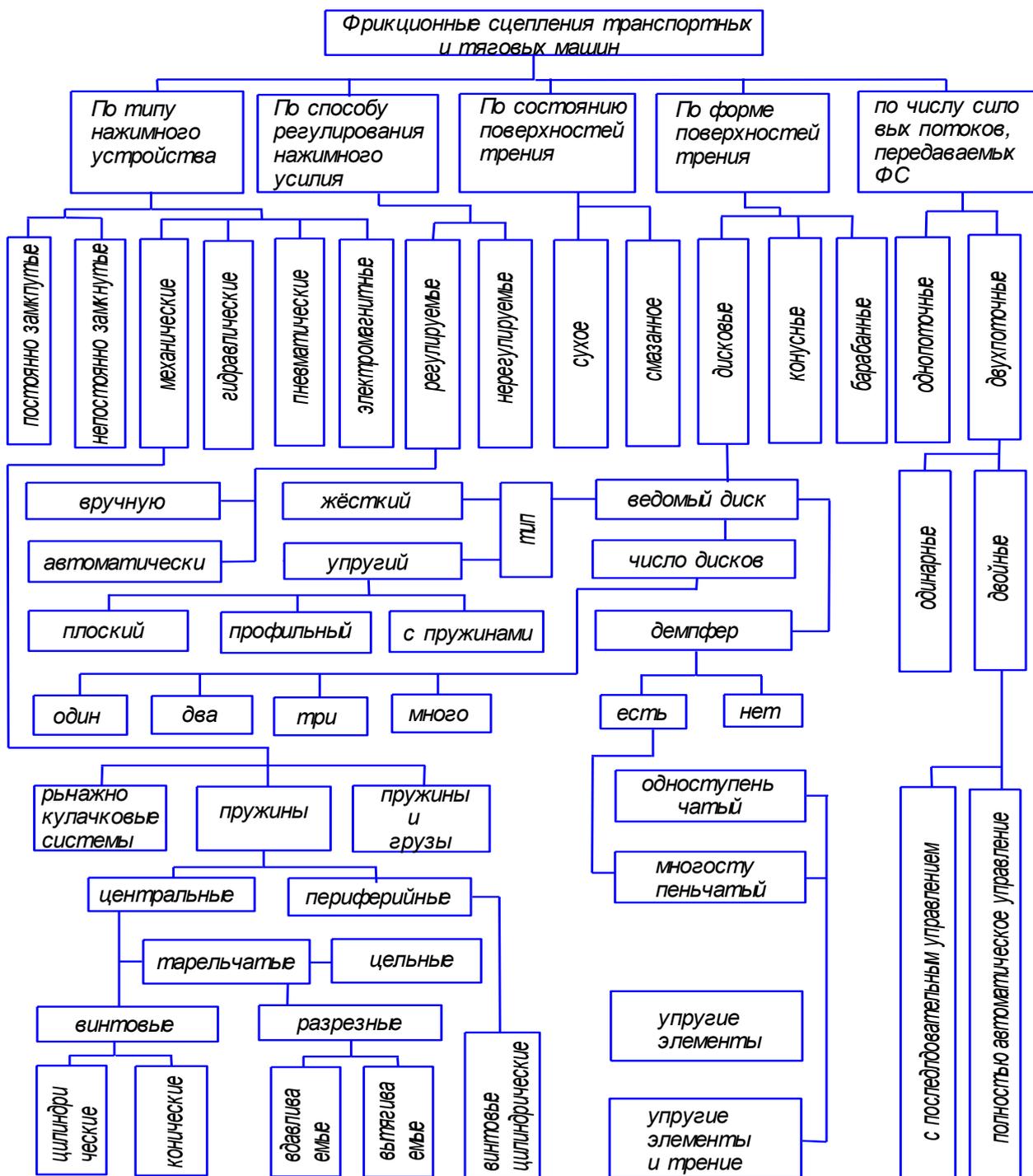


Рисунок 1.2 - Классификация фрикционных сцеплений тяговых и транспортных машин.

1.4 Анализ известных конструкций

- Сцепление фирмы Valeo

Нажимной диск сцепления в сборе фирмы Valeo, Франция представляет собой нажимной диск, который вместе с пружиной диафрагменного типа, устанавливается в кожух сцепления. Крепление его к маховику выполняется болтами.

Передача крутящего момента на нажимной диск осуществляется посредством трех пар тангенциально изогнутых пластин, каждая из которых при помощи заклёпок одним концом прикреплена к кожуху, а другим – к нажимному диску. Нажимное усилие создается пружиной диафрагменного типа. Фиксация пружины в кожухе осуществляется загибкой специальных выступов последнего. Проволочные кольца, необходимые для опоры диафрагменной пружины, отсутствуют. Вместо них предусмотрена тарельчатая пружина, принимающая диафрагменную пружину к выступу кожуха. Кожух изготавливают холодной штамповкой из листовой стали, в нём выполнены вентиляционные отверстия [7]

Основными частями ведомого диска в сборе фирмы Valeo, Франция размерностью 200*137мм, являются: диск-держатель с фрикционными накладками, ступица в сборе и гаситель крутильных колебаний. Кольцевые фрикционные накладки крепятся к секторам диска таким образом, что эти сектора приобретают волнообразную форму; поэтому в свободном состоянии между накладками имеется зазор, т.е. диск упругий.

Ведомый диск (Рисунок 1.4) имеет двухступенчатый основной демпфер (одинарный), состоящий из упругого и фрикционного элементов. Фрикционными элементами демпфера являются фрикционные кольца сложной формы 4, 5. Упругий элемент гасителя - четыре пары двойных пружин 6 малой жёсткости (пружина в пружине). Такие конструкции обеспечивают рабочий угол до 16° и, соответственно, при равном моменте замыкания, в 2-2,5 раза

меньшую крутильную жёсткость, по сравнению с шестиоконными демпферами. Упрощение и удешевление конструкции демпфера достигается путём исключения стального опорного кольца и выполнения фрикционных колец 4 и 5 сложной формы из пластмассы, методом литья под давлением. Соединение передней 7 и задней 8 пластин демпфера осуществлено цилиндрическими стойками 9 [5]

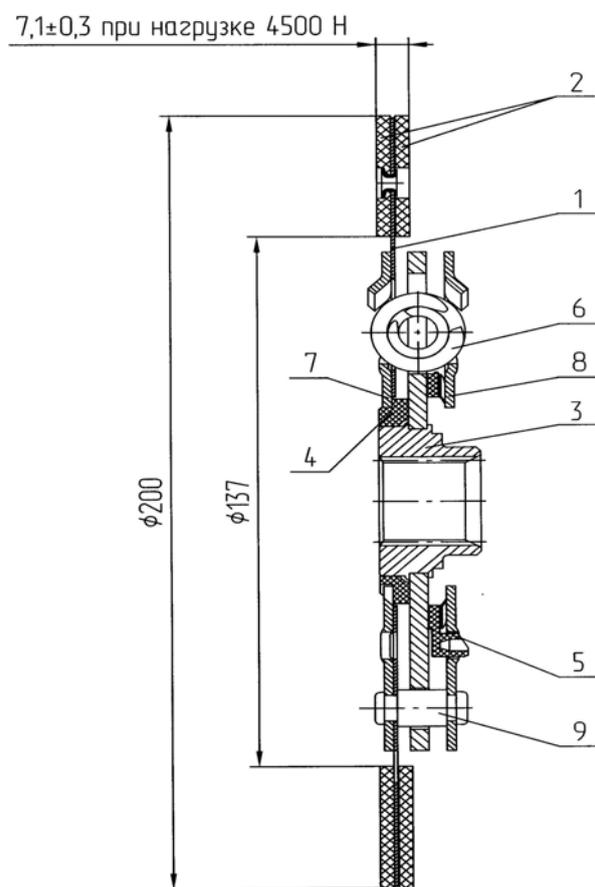


Рисунок 1.3 – Диск сцепления фирмы Valeo

Нажимной диск сцепления в сборе фирмы Luk, Германия (Рисунок 1.4) состоит из нажимного диска 1, на котором установлена нажимная пружина 2 диафрагменного типа толщиной 2,2 мм, имеющая восемнадцать лепестков, в

месте контакта $d=50$ мм и кожуха 3 сцепления. Пружина 2 соединяется с кожухом 3 (кожух 3 толщиной 3,5 мм) при помощи шести ступеньчатых заклёпок 4, при этом верхним опорным кольцом служит штамповка на кожухе, а нижней опорой является сплошное проволочное кольцо 5. На кожухе имеются три пары эллипсовидных вентиляционных отверстий. Нажимной диск 1 крепится к маховику шестью болтами, которые своей не резьбовой частью осуществляют центровку, т.е. в данном случае не возникает необходимости использовать центровочные штифты [9]

Передача крутящего момента на нажимной диск 1 осуществляется посредством трёх пар тангенциально изогнутых пружинных пластин 6, каждая из которых при помощи заклёпок 7 одним концом приклёпана к кожуху 3, а другим - к нажимному диску 1.

Ведомый диск сцепления в сборе фирмы Luk, Германия (рис 1.6) размерностью 200*135 мм, представляет собой сборную конструкцию: он выполнен не монодиском, а состоит из восьми упругих сегментов 1, которые приклёпаны к передней пластине демпфера 2. К этим сегментам приклёпаны концевые фрикционные накладки 3, имеющие радиальные вентиляционные канавки.[11]

Ведомый диск имеет двойной демпфер, он представляет собой соединённые друг с другом два демпфера: один – обеспечивающий работу на режиме холостого хода (состоит из пакета трения и двух цилиндрических витых пружин), второй – на основных рабочих режимах (двухступеньчатый, состоит из четырёх пар сдвоенных пружин 4 – одна в другой). При приложении к ведомому диску крутящего момента сначала вступает в работу демпфер холостого хода, имеющий характеристику малой жёсткости и малым гистерезисом, а затем основной демпфер, обеспечивающий эффективное гашение колебаний при больших передаваемых моментах.

Данная конструктивная схема, отличаясь большей стоимостью изготовления, позволяет создать демпфер с характеристикой, обеспечивающей эффективное гашение колебаний, как на режимах холостого хода, так и на основных рабочих режимах [17]

Шлицевая втулка 5 имеет четырнадцать шлицов, диаметр впадин равен 19 мм, диаметр выступов 16 мм. У данного диска соединение передней 2 и задней 6 пластин демпфера осуществлено пластинчатыми стойками 7 (характерная особенность фирмы Luk), а не цилиндрическими.

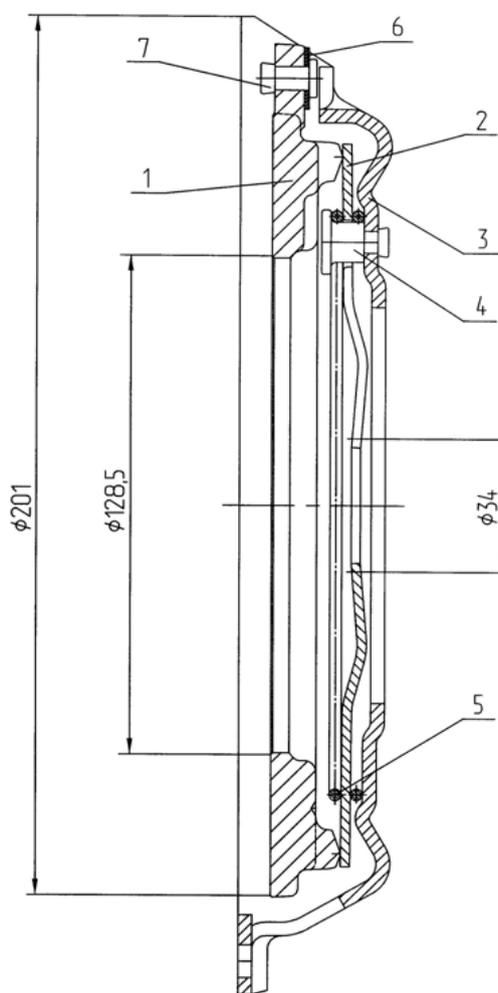


Рисунок 1.4 - Сцепление фирмы Luk

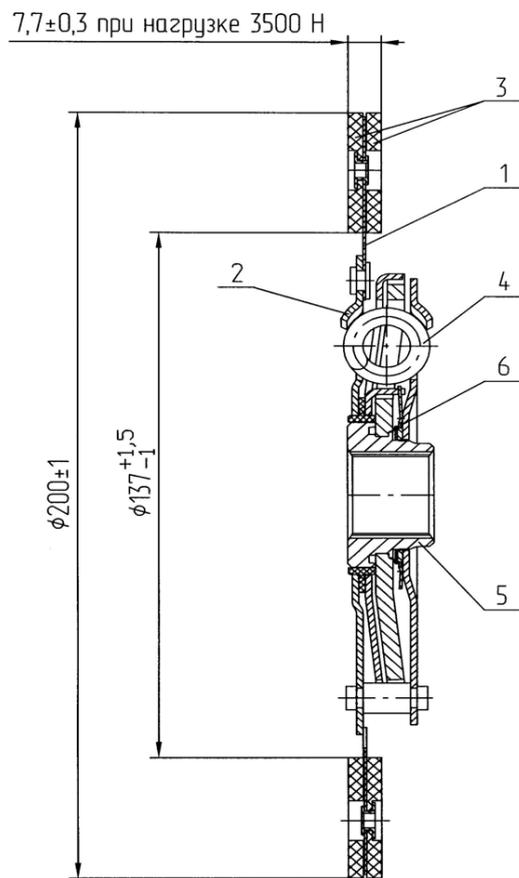


Рисунок 1.5 – Диск сцепления фирмы Luk

1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции сцепления

В данной бакалаврской работе представлено сцепление разрабатываемого автомобиля ВАЗ-2170. Вариант автомобиля ВАЗ-2170, с рабочим объёмом двигателя 2л. При таком двигателе нужно такое сцепление, чтобы оно работало и была передача силового момента от мотора к трансмиссионным узлам и гасило нагрузки в трансмиссии. Рассмотренные в предыдущих пунктах сцепления подходят для автомобилей с менее мощными двигателями, поэтому и возникла необходимость разработки нового сцепления, характеристики которого удовлетворяли бы вышеперечисленным требованиям [18]

Для данного варианта автомобиля разработано сухое однодисковое постоянно – замкнутое сцепление с пружинным нажимным устройством и

гасителем в ведомом диске.

Кожух сцепления изготавливают холодной штамповкой из листовой стали и центрируют относительно маховика с помощью болтов. Для охлаждения рабочих поверхностей в кожухе предусмотрены вырезы и окна.

Для эффективного гашения колебаний как на основных рабочих режимах движения автомобиля, так и на холостом ходу в ведомом диске установлен двойной демпфер, состоящий из демпфера холостого хода и основного демпфера. При приложении крутящего момента к ведомому диску сначала вступает в работу демпфер холостого хода, имеющий характеристику с малой жёсткостью и малым гистерезисом, а затем основной демпфер, обеспечивающий эффективное гашение колебаний при больших передаваемых моментах.

Функционирование демпфера холостого хода осуществляется двумя цилиндрическими пружинками, установленными в окнах фланца ступицы и пакетом трения. Основной одноступенчатый демпфер включает в себя четыре – цилиндрические пружины [21]

Пружины установлены “пружина в пружине”. Это ведёт за собой увеличение суммарного угла закрутки ступицы. Пружины основного демпфера в сжатом состоянии устанавливают в прямоугольные вырезы фланца ступицы, передней и задней пластины демпфера. Пружины демпфера холостого хода установлены в фрикционной кольцеобразном демпфере сцепления. Углы поворотов ступиц диска сцепления ведомого ограничиваются упором в стойки.

2 Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено)

3 Конструкторская часть

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.

Основными направлениями для дальнейшего развития технического уровня автомобилей - это уменьшение расхода топлива и масла, уменьшение трудоемкости техобслуживания, уменьшение себестоимости материала для изготовления автомобиля, уменьшение шумового параметра, токсичность 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. Целью данной бакалаврской работы является повышение ресурса и надежности сцепления легкового автомобиля 2-го класса в связи с увеличением мощности двигателя, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные

Кол-во приводных колес.....	$nk = 2$
Собст-й вес, кг.....	$m_0 = 1088$
Места в автомобиле.....	5
Макс-я ск-ть, м/с.....	$V_{max} = 51,39$
Макс-я част. вр-я дв-ля, рад/с.....	$\omega_{max} = 586,43$
Мин-я част. вр-я дв-ля, рад/с.....	$\omega_{min} = 100$
Коэфф-т аэродин-го сопр-я.....	$C_x = 0,30$
Величина макс-й преод-й подъем.....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэфф-т полезного действ. трансм.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площ. попер-го сеч-я, м ²	$H = 2,00$
Коэфф-т сопр-я кач-ю.....	$f_{ko} = 0,010$
Кол-во пер. в КПП.....	5
Распр-е массы авто-ля, % :	
Передн. ось.....	49
Задн. ось.....	51
Плотн-ть возд, кг/м ³	$\rho = 1,293$
Плотн-ть топл, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_0 + G_{II} + G_B, \quad (3.1)$$

где G_0 - собственный вес автомобиля;

G_n - вес пассажиров;

G_b - вес багажа;

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (3.2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3.3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (3.4)$$

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

$$G_1 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н} \quad (3.5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (3.6)$$

б) Подбор шин 175/70 R14.

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (3.7)$$

где r_k – рад. кач-я кол.;

r_{CT} – стат-й рад. Кол.;

$B = 185$ – шир. Проф., мм;

$\kappa = 0,65$ – отн-е выс-ы проф. к шир. проф.;

$d = 355,6$ – посад-й диам., мм;

$\lambda = 0,85$ – коэфф-т типа шин

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 175) \cdot 10^{-3} = 0,274 \text{ м} \quad (3.8)$$

3.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (3.9)$$

где U_k - пер-е число высш. пер. в КПП, на которой обесп-я макс. скор-ть.

Пер. число высш. пер. ККП = 0,780.

$$U_0 = (0,274 \cdot 586,43) / (0,780 \cdot 51,39) = 4,016 \quad (3.10)$$

3.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Принимаем $N_{MAX} = 74000$ Вт.

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (3.11)$$

где $C_1 = C_2 = 1$ – коэфф-ты хар-е тип двиг-ля.

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (3.12)$$

Таблица 3.1 - Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
955	100	15,2	152,0
1300	136	21,4	156,9
1650	173	27,8	160,8
2000	209	34,3	163,6
2350	246	40,6	165,2
2700	283	46,8	165,6
3050	319	52,7	164,9
3400	356	58,1	163,1
3750	393	62,9	160,2
4100	429	67,0	156,1
4450	466	70,3	150,8
4800	503	72,6	144,4
5150	539	73,8	136,9
5500	576	73,9	128,2
5600	586	73,6	125,5

n_e - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (3.13)$$

3.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (3.14)$$

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

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

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,30 = 0,323 \quad (3.15)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,323 \cdot 0,274 / (165,6 \cdot 0,92 \cdot 4,016) = 2,151$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (3.16)$$

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

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,274 / (165,6 \cdot 0,92 \cdot 4,016) = 2,348$$

Примем значение первой передачи равным: $U_1 = 2,300$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,300 / 0,780)^{1/4} = 1,310 \quad (3.17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,300 / 1,310 = 1,755; \quad (3.18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,755 / 1,310 = 1,339; \quad (3.19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,339 / 1,310 = 1,022; \quad (3.20)$$

$$U_5 = 0,780.$$

Для дальнейшего расчёта принимаем действительные передаточные числа трансмиссии автомобиля LADA PRIORA:

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

$$U_{ГП}: 3,71.$$

3.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (3.21)$$

Таблица 3.2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
955	2,0	3,8	5,4	7,9	9,5
1300	2,8	5,2	7,4	10,7	12,9
1650	3,5	6,6	9,4	13,6	16,4
2000	4,3	7,9	11,4	16,5	19,9
2350	5,0	9,3	13,4	19,4	23,3
2700	5,8	10,7	15,4	22,3	26,8
3050	6,5	12,1	17,4	25,1	30,3
3400	7,3	13,5	19,4	28,0	33,8
3750	8,0	14,9	21,4	30,9	37,2
4100	8,8	16,3	23,4	33,8	40,7
4450	9,5	17,7	25,4	36,7	44,2
4800	10,2	19,1	27,3	39,6	47,7
5150	11,0	20,5	29,3	42,4	51,2
5500	11,7	21,9	31,3	45,3	54,6
5600	12,0	22,3	31,9	46,2	55,6

3.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (3.22)$$

Таблица 3.3 - Тяговый баланс

Обор. дв- ля, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
955	6860	3685	2570	1776	1474
1300	7083	3805	2654	1834	1522
1650	7259	3899	2719	1880	1560
2000	7382	3966	2766	1912	1586
2350	7455	4005	2793	1930	1602
2700	7476	4016	2801	1936	1606
3050	7445	3999	2789	1928	1600
3400	7363	3955	2759	1907	1582
3750	7229	3883	2708	1872	1553
4100	7044	3784	2639	1824	1514
4450	6807	3657	2550	1763	1463
4800	6519	3502	2442	1688	1401
5150	6179	3319	2315	1600	1328
5500	5788	3109	2168	1499	1244
5600	5667	3044	2123	1467	1218

3.1.8 Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху:

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (3.23)$$

Сила сопротивления качению:

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (3.24)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (3.25)$$

Таблица 3.4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	ΣF сопр. движ-ю, Н
0	0	148	148
5	10	150	160
10	39	156	195
15	87	165	252
20	155	178	333
25	242	195	437
30	349	215	564
35	475	239	714
40	621	267	888
45	785	299	1084
50	970	334	1304
55	1173	373	1546
60	1396	415	1812
65	1639	462	2101

3.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (3.26)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сш} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (3.27)$$

Таблица 3.5 - Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1пер	Дин-й фактор на 2пер	Дин-й фактор на 3пер	Дин-й фактор на 4пер	Дин-й фактор на 5пер
955	0,462	0,248	0,172	0,118	0,097
1300	0,477	0,256	0,177	0,121	0,098
1650	0,489	0,262	0,181	0,122	0,098
2000	0,497	0,266	0,183	0,122	0,097
2350	0,502	0,268	0,184	0,120	0,094
2700	0,503	0,268	0,183	0,118	0,089
3050	0,501	0,266	0,180	0,113	0,084
3400	0,495	0,262	0,176	0,108	0,077
3750	0,486	0,256	0,171	0,101	0,068
4100	0,473	0,248	0,164	0,093	0,059
4450	0,456	0,238	0,155	0,084	0,047
4800	0,437	0,227	0,145	0,073	0,035
5150	0,413	0,213	0,134	0,061	0,021
5500	0,386	0,197	0,120	0,047	0,006
5600	0,378	0,192	0,116	0,043	0,001

3.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (3.28)$$

где δ_{BP} - коэфф-т учета вращ-я масс

Ψ - коэфф-т суммарного сопр-я дороги

$$\Psi = f + i \quad (3.29)$$

i – вел. преод-го подъёма ($i = 0$).

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (3.30)$$

где δ_1 - коэфф-т учёта вращ-ся масс колёс; δ_2 - - коэфф-т учёта вращ-ся масс дв-ля $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$.

Таблица 3.6 - Коэффициент учета вращающихся масс

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

Таблица 3.7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с ²	Ускор. на 2 пер, м/с ²	Ускор. на 3 пер, м/с ²	Ускор. на 4 пер, м/с ²	Обор двс, об/мин
955	3,11	2,04	1,47	1,00	0,81
1300	3,21	2,11	1,51	1,02	0,82
1650	3,30	2,16	1,54	1,03	0,81
2000	3,35	2,19	1,56	1,02	0,79
2350	3,38	2,20	1,56	1,01	0,76
2700	3,39	2,20	1,55	0,98	0,71
3050	3,38	2,19	1,52	0,93	0,65
3400	3,33	2,15	1,48	0,87	0,57
3750	3,27	2,10	1,43	0,80	0,48
4100	3,18	2,03	1,36	0,72	0,38
4450	3,07	1,94	1,28	0,62	0,26
4800	2,93	1,84	1,19	0,51	0,13
5150	2,77	1,72	1,08	0,39	-0,02
5500	2,59	1,58	0,95	0,25	-0,18
5600	2,53	1,54	0,92	0,21	-0,23

3.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 3.8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
955	0,32	0,49	0,68	1,00	1,23
1300	0,31	0,47	0,66	0,98	1,22
1650	0,30	0,46	0,65	0,97	1,23
2000	0,30	0,46	0,64	0,98	1,26
2350	0,30	0,45	0,64	0,99	1,32
2700	0,29	0,45	0,65	1,03	1,41
3050	0,30	0,46	0,66	1,07	1,54
3400	0,30	0,46	0,67	1,15	1,75
3750	0,31	0,48	0,70	1,25	2,08
4100	0,31	0,49	0,73	1,39	2,65
4450	0,33	0,51	0,78	1,61	3,85
4800	0,34	0,54	0,84	1,96	7,85
5150	0,36	0,58	0,93	2,58	-53,03
5500	0,39	0,63	1,05	3,99	-5,58
5600	0,40	0,65	1,09	4,78	-4,40

3.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (3.31)$$

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (3.32)$$

где k – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (3.33)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (3.34)$$

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

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Таблица 3.9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Вр. t, с
0-5	158	0,8
0-10	475	2,4
0-15	899	4,5
0-20	1426	7,1
0-25	2080	10,4
0-30	2925	14,6
0-35	4020	20,1
0-40	5389	26,9
0-45	7095	35,5

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) \cong V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (3.35)$$

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

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

$$\text{до скорости } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (3.36)$$

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

Таблица 3.10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм ²	Путь S, м
0-5	40	2
0-10	277	14
0-15	807	40
0-20	1729	86
0-25	3202	160
0-30	5526	276
0-35	9084	454
0-40	14218	711
0-45	21470	1073

3.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (3.37)$$

N_f - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

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

N_j - мощность, затрачиваемая на ускорение а/м ($N_j = 0$).

Таблица 3.11 - Мощностной баланс

Обороты двигателя, об/мин	Мощность на кол, кВт
955	14,0
1300	19,7
1650	25,6
2000	31,5
2350	37,4
2700	43,1
3050	48,5
3400	53,4
3750	57,9
4100	61,6
4450	64,7
4800	66,8
5150	67,9
5500	67,9
5600	67,7

Таблица 3.12 - Мощность сопротивления движению

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качению	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,8	0,8
10	0,4	1,6	1,9
15	1,3	2,5	3,8
20	3,1	3,6	6,7
25	6,1	4,9	10,9
30	10,5	6,5	16,9
35	16,6	8,4	25,0
40	24,8	10,7	35,5
45	35,3	13,4	48,8
50	48,5	16,7	65,2
55	64,5	20,5	85,0
60	83,8	24,9	108,7
65	106,5	30,0	136,5

3.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (3.38)$$

где $g_{e\min} = 290$ г/(кВт·ч) – мин. уд. расх. топл.

$$K_{II} = 1,152 \cdot II^2 - 1,728 \cdot II + 1,523 \quad (3.39)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (3.40)$$

$$II = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (3.41)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (3.42)$$

Таблица 3.13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	Знач.И	Знач.Е	Знач.К _И	Знач.К _Е	Знач.Q _s
955	9,5	0,129	0,179	1,319	1,159	3,9
1300	12,9	0,148	0,244	1,292	1,125	4,4
1650	16,4	0,175	0,309	1,256	1,095	5,0
2000	19,9	0,209	0,375	1,213	1,069	5,7
2350	23,3	0,250	0,441	1,163	1,048	6,5
2700	26,8	0,299	0,506	1,109	1,032	7,4
3050	30,3	0,358	0,572	1,052	1,020	8,2
3400	33,8	0,427	0,638	0,995	1,012	9,1
3750	37,2	0,508	0,703	0,942	1,010	10,0
4100	40,7	0,604	0,769	0,899	1,011	11,1
4450	44,2	0,719	0,834	0,876	1,018	12,5
4800	47,7	0,856	0,900	0,888	1,029	14,6
5150	51,2	1,023	0,966	0,961	1,044	18,2

3.2 Расчет упругой характеристики демпфера ведомого диска сцепления автомобиля ВАЗ-2170

Расчет демпфера холостого хода

Углы работы степеней демпфера:

Таблица 3.14

Ход	Уг. раб.
Прям. х.	8,0
Обр-й х.	3,0

Пружина 2170-1601150

Исх. дан.

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. Пружины | $N = 2$ |
| 2. Жест-ть пруж. | $Z = 15,28$ |
| 3. Рад. расп-я пруж. | $R_1^0 = 21,5 \text{ мм}$ |
| 4. Шир. окна в пласт-х | $H_1^0 = 10,8 \text{ мм}$ |
| 5. Натяг пруж. в окне | $F_1^0 = 0,6 \text{ мм}$ |

Угол γ

$$\gamma = \arctg\left(\frac{H_1^0}{2 \cdot R_1^0}\right) = \arctg\left(\frac{10,8}{2 \cdot 21,5}\right) = 14,09^\circ \quad (3.43)$$

Угол $\alpha_0 = 0^\circ$

1. Натяг пружины в окне $F_1^0 = 0,6 \text{ мм}$
2. Усилие пружины

$$P_1^0 = z \cdot F_1^0 = 15,28 \cdot 0,6 = 9,17 \text{ Н} \quad (3.44)$$

3. Крутящий момент

$$M_1^0 = N \cdot P_1^0 \cdot R_1^0 = 2 \cdot 9,17 \cdot 21,5 = 394,16 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 0,39 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.45)$$

Угол $\alpha = 3^\circ$

1. Угол δ

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2}$$

$$\delta = 14,09 - \frac{3 - 0}{2} = 12,59^\circ \quad (3.46)$$

2. Высота пружины

$$H_1^3 = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)} = 2 \cdot \frac{21,5 \cdot \sin(12,59)}{\cos(14,09)} = 9,67 \text{ мм} \quad (3.47)$$

3. Радиус расположения пружины

$$R_1^3 = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)} = \frac{21,5 \cdot \cos(12,59)}{\cos(14,09)} = 21,63 \text{ мм} \quad (3.48)$$

4. Усил. пруж.

$$P_1^3 = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^3) = 15,28 \cdot (0,6 + 10,8 - 9,67) = 26,42 \text{ Н} \quad (3.49)$$

5. Крут-й мом-т

$$M_1^3 = N \cdot P_1^3 \cdot R_1^3 = 2 \cdot 26,42 \cdot 21,63 = 1143,14 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 1,14 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.50)$$

Угол $\alpha=8^\circ$

6. Угол δ

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2} = 14,09 - \frac{8 - 0}{2} = 10,09^\circ \quad (3.51)$$

7. Высота пружины

$$H_1^8 = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)} = 2 \cdot \frac{21,5 \cdot \sin(10,09)}{\cos(14,09)} = 7,77 \text{ мм} \quad (3.52)$$

8. Радиус расположения пружины

$$R_1^8 = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)} = \frac{21,5 \cdot \cos(10,09)}{\cos(14,09)} = 21,82 \text{ мм} \quad (3.53)$$

9. Усилие пружины

$$P_1^8 = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^8) = 15,28 \cdot (0,6 + 10,8 - 7,77) = 55,39 \text{ Н} \quad (3.54)$$

10. Крутящий момент

$$M_1^8 = N \cdot P_1^8 \cdot R_1^8 = 2 \cdot 55,39 \cdot 21,82 = 2417,9 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 2,42 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.55)$$

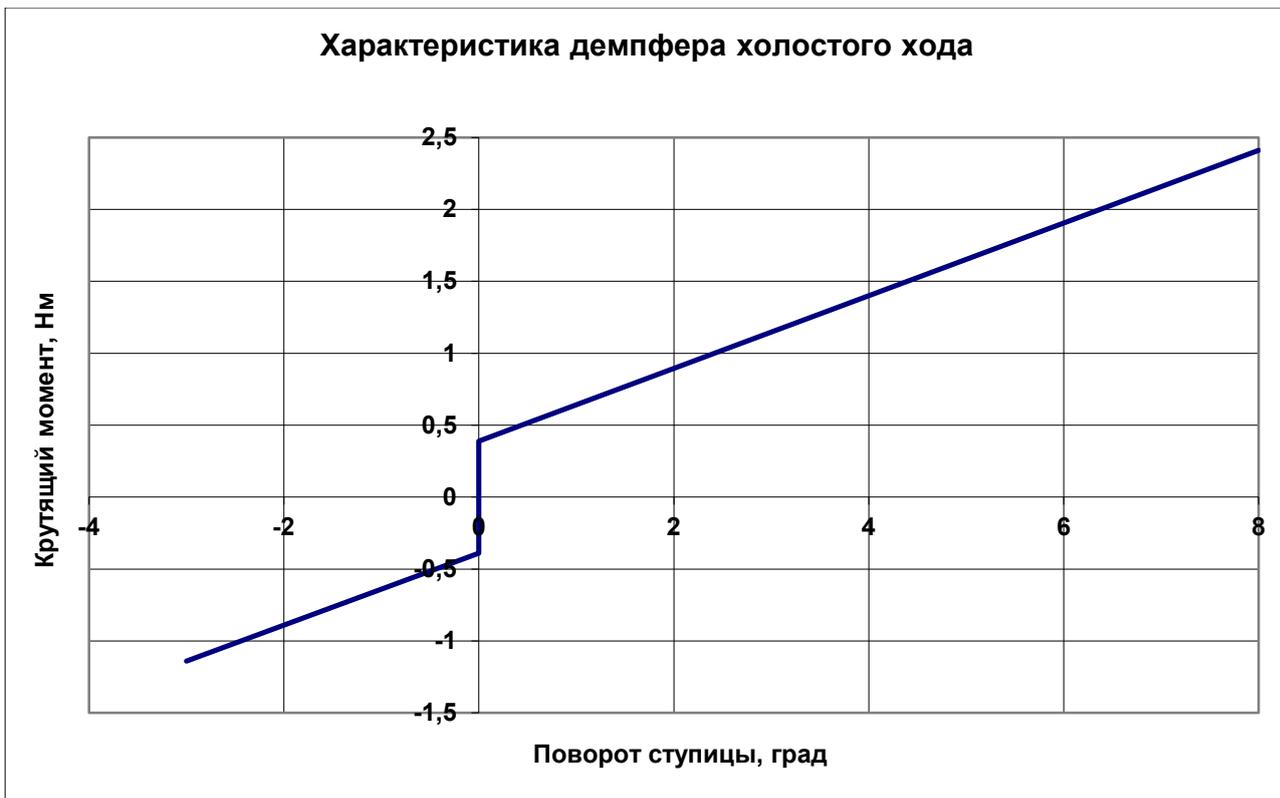


Рисунок 3.1 - Характеристика демпфера холостого хода.

3.2.1 Расчет основного демпфера

Углы работы степеней демпфера:

Таблица 3.15

	Ступ-нь	Уг. вступ-я в раб-у	Уг. раб-ы
Прям. ход	1,0	0,0	13,0
	2,0	1,0	12,0
Обратн. ход	1,0	0,0	8,0
	2,0	3,0	5,0

Пружина 2170-1601151. Исходные данные

1. Пружины	$N = 2$
2. Жест. пруж.	$Z = 84,61$
3. Рад. расп-я пруж.	$R_1^0 = 43 \text{ мм}$
4. Шир. окна в пласт-х	$H_1^0 = 42,6 \text{ мм}$
5. Натяг пруж. в окне	$F_1^0 = 0,3 \text{ мм}$

Угол γ

$$\gamma = \arctg\left(\frac{H_1^0}{2 \cdot R_1^0}\right) = \arctg\left(\frac{42,6}{2 \cdot 43}\right) = 26,35^\circ \quad (3.56)$$

Угол $\alpha_0 = 0^\circ$

1. Натяг пружины в окне $F_1^0 = 0,3 \text{ мм}$

2. Усилие пружины

$$P_1^0 = z \cdot F_1^0 = 84,61 \cdot 0,3 = 25,38 \text{ Н} \quad (3.57)$$

3. Крутящий момент

$$M_1^0 = N \cdot P_1^0 \cdot R_1^0 = 2 \cdot 25,38 \cdot 43 = 2183,077 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 2,18 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.58)$$

Угол $\alpha = 1^\circ$

1. Угол δ

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2} \quad (3.59)$$

$$\delta = 26,35 - \frac{1 - 0}{2} = 25,85^\circ$$

2. Высота пружины

$$H_1^1 = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)} = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(25,85)}{\cos(26,35)} = 41,84 \text{ мм} \quad (3.60)$$

3. Радиус расположения пружины

$$R_1^1 = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)} = \frac{43 \cdot \cos(25,85)}{\cos(26,34)} = 43,18 \text{ мм} \quad (3.61)$$

4. Усил. пружины

$$P_1^1 = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^1) = 84,61 \cdot (0,3 + 41,84 - 43,18) = 89,02 \text{ Н} \quad (3.62)$$

5. Крутя. мом-т

$$M_1^1 = N \cdot P_1^1 \cdot R_1^1 = 2 \cdot 217,1 \cdot 43,54 = 18906,96 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 18,9 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.63)$$

Угол $\alpha=3^0$

1. Угол δ

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2} = 26,35 - \frac{3 - 0}{2} = 24,85^0 \quad (3.64)$$

2. Высота пружины

$$H_1^3 = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)} = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(24,85)}{\cos(26,35)} = 40,33 \text{ мм} \quad (3.65)$$

3. Радиус расположения пружины

$$R_1^3 = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)} = \frac{43 \cdot \cos(24,85)}{\cos(26,34)} = 43,54 \text{ мм} \quad (3.66)$$

4. Усилие пружины

$$P_1^3 = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^3) = 84,61 \cdot (0,3 + 42,6 - 40,33) = 217,1 \text{ Н} \quad (3.67)$$

5. Крутящий момент

$$M_1^3 = N \cdot P_1^3 \cdot R_1^3 = 2 \cdot 217,1 \cdot 43,54 = 18906,96 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 18,9 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.68)$$

Угол $\alpha=5^0$

1. Угол δ

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2} = 26,35 - \frac{5 - 0}{2} = 23,85^0 \quad (3.69)$$

2. Высота пружины

$$H_1^5 = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)} = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(23,85)}{\cos(26,35)} = 38,81 \text{ мм} \quad (3.70)$$

3. Радиус расположения пружины

$$R_1^5 = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)} = \frac{43 \cdot \cos(23,85)}{\cos(26,34)} = 43,89 \text{ мм} \quad (3.71)$$

4. Усилие пружины

$$P_1^5 = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^5) = 84,61 \cdot (0,3 + 42,6 - 3,81) = 346,23 \text{ Н} \quad (3.72)$$

5. Крутящий момент

$$M_1^5 = N \cdot P_1^5 \cdot R_1^5 = 2 \cdot 346,23 \cdot 43,89 = 30390,3 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 30,39 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.73)$$

Угол $\alpha=8^0$

1. Угол δ

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2} = 26,35 - \frac{8 - 0}{2} = 22,35^0 \quad (3.74)$$

2. Высота пружины

$$H_1^8 = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)} = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(22,35)}{\cos(26,35)} = 36,5 \text{ мм} \quad (3.75)$$

3. Радиус расположения пружины

$$R_1^8 = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)} = \frac{43 \cdot \cos(22,35)}{\cos(26,34)} = 44,38 \text{ мм} \quad (3.76)$$

4. Усил. пруж.

$$P_1^8 = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^8) = 84,61 \cdot (0,3 + 42,6 - 36,5) = 541,77 \text{ Н} \quad (3.77)$$

5. Крут-й мом-т

$$M_1^8 = N \cdot P_1^8 \cdot R_1^8 = 2 \cdot 541,77 \cdot 44,38 = 48089,35 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 48,09 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.78)$$

Угол $\alpha=12^0$

1. Угол δ

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2} = 26,35 - \frac{12 - 0}{2} = 20,35^0 \quad (3.79)$$

2. Высота пружины

$$H_1^{12} = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)} = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(20,35)}{\cos(26,35)} = 33,37 \text{ мм} \quad (3.80)$$

3. Радиус расположения пружины

$$R_1^{12} = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)} = \frac{43 \cdot \cos(20,35)}{\cos(26,34)} = 44,99 \text{ мм} \quad (3.81)$$

4. Усилие пружины

$$P_1^{12} = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^{12}) = 84,61 \cdot (0,3 + 42,6 - 33,37) = 805,77 \text{ Н} \quad (3.82)$$

5. Крутящий момент

$$M_1^{12} = N \cdot P_1^{12} \cdot R_1^{12} = 2 \cdot 805,77 \cdot 44,99 = 72505,23 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 72,5 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.83)$$

Угол $\alpha=13^0$

6. Угол δ

$$\delta = \gamma - \frac{\alpha - \alpha_0}{2} = 26,35 - \frac{13 - 0}{2} = 19,85^\circ \quad (3.84)$$

7. Высота пружины

$$H_1^{13} = 2 \cdot \frac{R_1^0 \cdot \sin(\delta)}{\cos(\gamma)} = 2 \cdot \frac{43 \cdot \sin(19,85)}{\cos(26,35)} = 32,59 \text{ мм} \quad (3.85)$$

8. Радиус расположения пружины

$$R_1^{13} = \frac{R_1^0 \cdot \cos(\delta)}{\cos(\gamma)} = \frac{43 \cdot \cos(19,85)}{\cos(26,34)} = 45,13 \text{ мм} \quad (3.86)$$

9. Усилие пружины

$$P_1^{13} = z \cdot (F_1^0 + H_1^0 - H_1^{13}) = 84,61 \cdot (0,3 + 42,6 - 32,59) = 872,33 \text{ Н} \quad (3.87)$$

10. Крутящий момент

$$M_1^{13} = N \cdot P_1^{13} \cdot R_1^{13} = 2 \cdot 872,33 \cdot 45,13 = 78744,61 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 78,74 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.88)$$

Пруж. 2170-1601152. Исх. данные

1. Числ пруж.	$N = 2$
2. Жест-ть пруж.	$Z = 40,38$
3. Рад. расп-я пруж.	$R_1^0 = 43 \text{ мм}$
4. Шир. окна в пласт.	$H_1^0 = 42,6 \text{ мм}$
5. Натяг пруж. в окне	$F_1^0 = 0,3 \text{ мм}$

Расчет пружины 2170-1601152 аналогичен расчету пружины 2170-1601151.

Расчетные данные представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.16

	Угол, град	Момент, Н·м
2170-1601152	0	1,04
	1	3,67
	3	9,02
	5	14,5
	8	22,95
	12	34,6
	13	37,58

Подбор характеристики основного демпфера:

Согласно данным отечественных и зарубежных аналогов величины момента на прямом ходе принимается на 30% больше максимального момента двигателя, а на обратном, меньше на 30 %.

Момент демпфера на прямом ходе

$$M_{\text{прям}} = 1,3 \cdot M_{e \text{ макс}} = 1,3 \cdot 161,8 = 210,34 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.89)$$

Момент демпфера на обратном ходе

$$M_{\text{обратн}} = 0,7 \cdot M_{e \text{ макс}} = 0,7 \cdot 161,8 = 113,26 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.90)$$

Таблица 3. 17 - Характеристика основного демпфера.

	Уг, гр	Мом, Нм		
		1ступ	2ступ	Сумм-й
Сост ступ		2шт. 2170-1601151 2шт. 2170-1601152	2шт. 2170-1601151 2шт. 2170-1601152	
Прям ход	0	2,18 +1,04		3,22
	1	7,69 +3,67		11,36
	1	7,69 +3,67	2,18 +1,04	14,58
	13	78,84+37,58	72,5+34,6	223,52
Обратн ход	0	2,18 +1,04		3,22
	3	18,9+9,02		27,92
	3	18,9 +9,02	2,18 +1,04	31,14
	8	48,09+22,95	30,39+14,5	115,93

Характеристика демпфера представлена на Рисунок 3.2

Характеристика демпфера

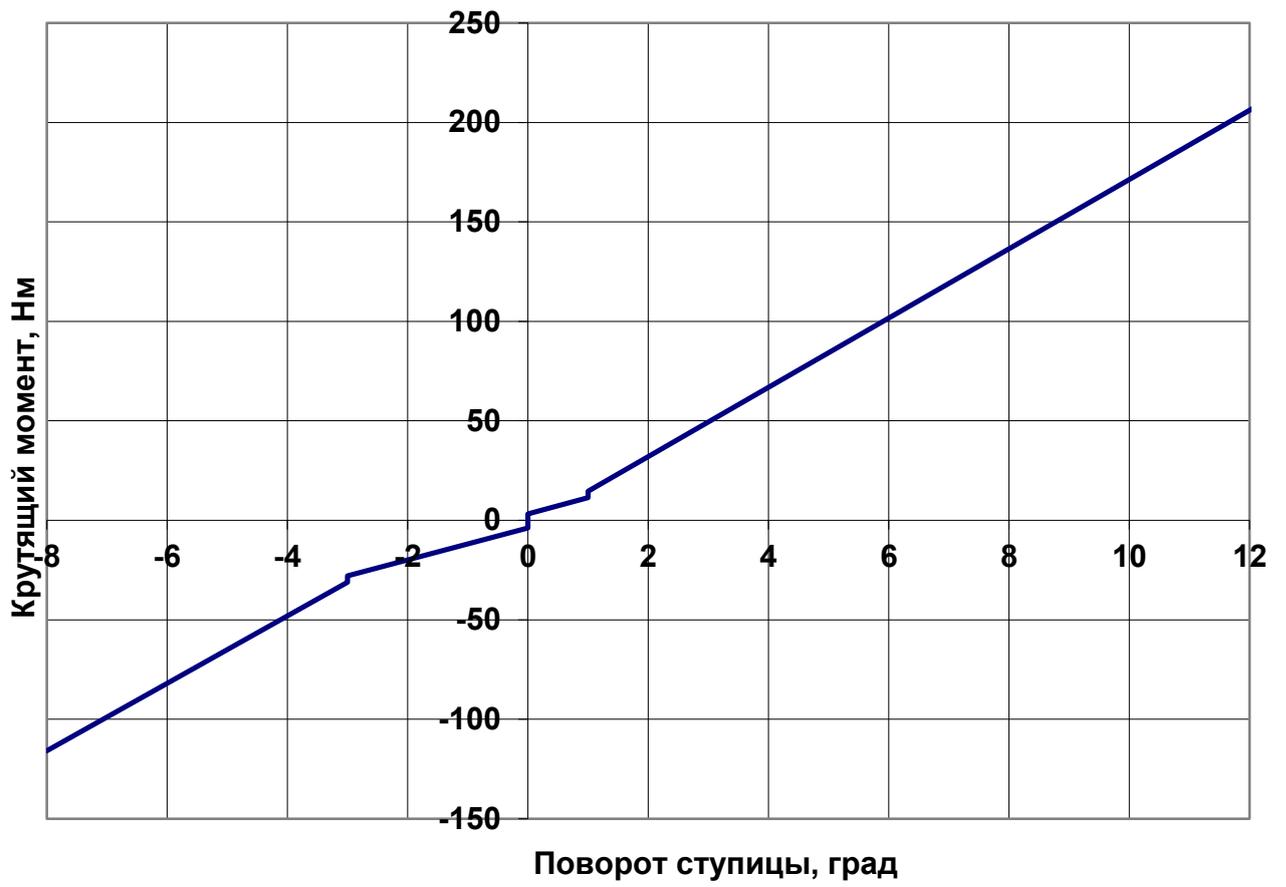


Рисунок 3.2 - Характеристика демпфера.

4 Технологическая часть

4.1 Составление перечня сборочных работ

Таблица 4.1 – Перечень сборочных работ

№ п/п	Состав главных и дополнительных действий	Вр. Оп., минуты
1	2	3
1. Стадия сборки ступицы диска сцепления ведомого		
1	Оглядеть деталь-втулка каждую плоскость детали	0,070
2	Произвести установку деталь-втулка в специальную установку для сборки	0,040
3	Оглядеть деталь-фланец	0,070
4	Произвести смазку деталь-фланец смазочным материалом	0,090
5	Произвести запрессовку деталь-фланец на деталь-ступица	0,110
6	Демонтировать деталь-ступица в собранном состоянии	0,030
7	Перенести деталь-ступица в собранном состоянии на последующую стадию	0,020
8	Произвести очищение деталь-ступица в собранном состоянии	0,190
9	Перенести деталь-ступица в собранном состоянии на последующую стадию	0,020
10	Произвести осушение деталь-ступица в собранном состоянии	0,160
11	Перенести деталь-ступица в собранном состоянии на главную линию сборки	0,020
ИТОГО:		0,820
2. Стадия сборки демпфера для холостого хода		
1	Оглядеть деталь-фрикционное кольцо демпфера	0,070
2	Произвести установку деталь-фрикционное кольцо в специальную установку для сборки	0,040
3	Оглядеть деталь-пружина демпфера	0,070
4	Произвести установку деталь-пружина в спецтиски	0,10
5	Произвести вставку деталь-пружина в окна	0,090

Продолжение таблицы 4.1

6	Демонтировать демпфер холостого хода в собранном состоянии	0,030
7	Перенести демпфер холостого хода в собранном состоянии на главную линию сборки	0,020
ИТОГО:		0,420
3. Узловая сборка передней пластины демпфера с ведомым диском		
1	Оглядеть переднюю пластину демпфера	0,070
2	Произвести установку переднюю пластину демпфера в специальную установку для сборки	0,040
3	Оглядеть диск сцепления ведомый	0,070
4	Произвести установку диск сцепления ведомый в специальную установку для сборки	0,040
5	Заклёпывание 24 заклёпки	0,50
6	Демонтировать переднюю пластину демпфера с ведомым диском в собранном состоянии	0,030
7	Перенести переднюю пластину демпфера с ведомым диском	0,010
	В собранном состоянии на главную линию сборки	0,020
ИТОГО:		0,770
4. Узловая сборка передней пластины демпфера и ведомого диска с фрикционными накладками		
1	Оглядеть первую накладку диска сцепления	0,070
2	Произвести установку накладку диска сцепления в специальную установку для сборки	0,040
3	Оглядеть переднюю пластину с ведомым диском	0,070
4	Произвести установку переднюю пластину демпфера с ведомым диском В специальную установку для сборки	0,040
5	Оглядеть вторую накладку диска сцепления	0,070
6	Произвести установку накладку диска сцепления в специальную установку для сборки	0,040
7	Заклёпывание 16 заклёпок на двух позициях одновременно	0,330
8	Демонтировать переднюю пластину демпфера с ведомым диском и Фрикционными накладками в собранном состоянии	0,030

Продолжение таблицы 4.1

9	Перенести переднюю пластину демпфера с ведомым диском	
	И фрикционными накладками в собранном состоянии на главную линию сборки	0,020
ИТОГО:		0,710
5. Сборка демпфера ведомого диска		
1	Оглядеть деталь-задняя пластина демпфера	0,070
2	Произвести установку деталь-задняя пластина демпфера в специальную установку для сборки	0,040
3	Оглядеть пружинную шайбу демпфера	0,070
4	Произвести установку пружинную шайбу демпфера в специальную установку для сборки	0,040
5	Оглядеть деталь-фрикционное кольцо демпфера	0,070
6	Произвести установку деталь-фрикционное кольцо демпфера в специальную установку для сборки	0,040
7	Оглядеть шайбу волнообразную демпфера	0,070
8	Произвести установку шайбу волнообразную в специальную установку для сборки	0,040
9	Оглядеть опорное кольцо демпфера	0,070
10	Произвести установку опорное кольцо демпфера в специальную установку для сборки	0,040
11	Оглядеть две деталь-пружина	0,080
12	Произвести установку "пружину в пружине" в спецтиски	0,090
13	Оглядеть две деталь-пружина	0,080
14	Произвести установку "пружину в пружине" в спецтиски	0,090
15	Оглядеть две деталь-пружина	0,080
16	Произвести установку "пружину в пружине" в спецтиски	0,090
17	Оглядеть две деталь-пружина	0,080
18	Произвести установку "пружину в пружине" в спецтиски	0,090
19	Произвести вставку деталь-пружина в окна	0,130
20	Оглядеть упорную пластину демпфера	0,070
21	Произвести установку упорную пластину демпфера в специальную установку для сборки	0,040
22	Перенести на следующую операцию	0,010
ИТОГО		1,150

Продолжение таблицы 4.1

6. Сборка ступицы ведомого диска сцепления		
22	Оглядеть деталь-ступица в собранном состоянии каждую плоскость детали	0,070
23	Произвести установку деталь-ступица в собранном состоянии в специальную установку для сборки	0,040
24	Оглядеть стопорную шайбу	0,070
25	Произвести установку стопорную шайбу в специальную установку для сборки	0,040
26	Оглядеть демпфер холостого хода в собранном состоянии каждую плоскость детали	0,080
27	Произвести установку демпфер холостого хода в собранном состоянии на деталь-ступица	0,040
28	Оглядеть деталь-фрикционное кольцо демпфера	0,070
29	Произвести установку деталь-фрикционное кольцо демпфера на деталь-ступица	0,040
30	Оглядеть четыре стойки	0,080
31	Произвести установку четыре стойки в пазы	0,080
32	Оглядеть переднюю пластину демпфера с ведомым диском и фрикционными накладками в собранном состоянии каждую плоскость детали	0,090
33	Произвести установку переднюю пластину демпфера с ведомым диском и фрикционными накладками в собранном состоянии на деталь-ступица	0,050
34	Расклепать стойки с двух сторон	0,40
35	Демонтировать диск сцепления ведомый в собранном	0,030
36	Перенести диск сцепления ведомый в собранном состоянии на последующую стадию	0,020
	ИТОГО	1,110
7. Контрольная операция		
37	Произвести установку диск сцепления ведомый сцепления в собранном состоянии в оснастку	0,040
38	Проверить остаточный дисбаланс	0,150
39	Демонтировать диск сцепления ведомый в собранном	0,030
40	Перенести диск сцепления ведомый в собранном состоянии на последующую стадию	0,020
41	Произвести установку диск сцепления ведомый в собранном состоянии на котрольном стенде	0,040

Продолжение таблицы 4.1

42	Контролировать лёгкость вращения ведомого диска в собранном состоянии	0,130
43	Контролировать параллельность и разнотолщинность плоскостей ведомого диска в собранном состоянии	0,150
44	Контролировать момент гистерезиса демпфера согласно карт контроля	0,20
45	Демонтировать диск сцепления ведомый в собранном состоянии	0,030
ИТОГО:		0,790
Всего $\sum t_{on}$		6,690

4.2 Определение трудоёмкости сборки

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 6,69 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{сод}}^{i\ddot{a}i} = t_{\ddot{u}}^{i\ddot{a}i} + t_{\ddot{u}}^{i\ddot{a}i} * \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (4.1)$$

где α - время на обслуживание

$$\alpha = 2 \div 3\% ;$$

β - время на отдых, $\beta = 4 \div 6\% ;$

$$\beta = 5\% .$$

Принимаем $\alpha = 2.5$

%

$$\text{То } t_{\text{ит}}^{общ} = 6,69 + 6,69 * \frac{2,5 + 5}{100} = 7,19 \text{ мин.}$$

4.3 Определение типа производства

В данном проекте $N = 68$ тыс. шт.; $t^{общ} = 7,19$ мин., это значит крупно-серийное производство

$$T_g = \frac{F_g * 60 * m}{N}, \quad (4.2)$$

где F_g – действ. годовой фонд раб. вр. сборочного оборуд. в одну см., час;

m – кол-во раб. см. в сутки;

N – год. объём вып. изд., шт.

$$T_g = 4015 * \frac{60}{68000} = 3,54 \text{ мин.}$$

4.4 Составление маршрутной технологии

Таблица 4.2 – Маршрутная технология

Ном ер опер ации	Действие	Состав каждого действия	Техническое оснащение, рабочий инвентарь	Вр, минут ы
005	Сборка ступицы ведомого диска сцепления Сборка демпфера холостого хода Сборка передней пластины демпфера с ведомым диском Сборка передней пластины демпфера и ведомого диска с накладками	<p>Произвести установку деталь- втулка в специальную установку для сборки</p> <p>Произвести смазку деталь-фланец смазочным материалом</p> <p>Произвести запрессовку деталь- фланец на деталь-ступица</p> <p>Перенести деталь-ступица в собранном состоянии на последующую стадию</p> <p>Произвести очищение деталь- ступица в собранном состоянии</p> <p>Перенести деталь-ступица в собранном состоянии на последующую стадию</p> <p>Произвести осушение деталь- ступица в собранном состоянии</p> <p>Перенести деталь-ступица в собранном состоянии на главную линию сборки</p> <p>Произвести установку деталь- фрикционное кольцо в специальную установку для</p>	<p>пневматичес кий одинарный пресс прямого действия Специальное установочно- зажимное Молоток Гайковерт для запрессовки Приспособле ние для установки пружин Приспособле ние для заклепки</p>	3,32

Продолжение таблицы 4.2

		<p>Демонтировать переднюю пластину демпфера с ведомым диском в собранном состоянии Перенести переднюю пластину демпфера с ведомым диском в собранном состоянии на главную линию сборки</p> <p>Произвести установку накладку диска сцепления в специальную установку для сборки</p> <p>Произвести установку переднюю пластину демпфера с ведомым диском</p> <p>В специальную установку для сборки</p> <p>Произвести установку накладку диска сцепления в специальную установку для сборки</p> <p>Заклёпывание 16 заклёпок на двух позициях одновременно</p> <p>Демонтировать переднюю пластину демпфера с ведомым диском и</p>		
--	--	---	--	--

Продолжение таблицы 4.2

010	<p>Сборка демпфера ведомого диска</p> <p>Сборка ступицы ведомого диска</p> <p>Контрольн а я операция</p>	<p>Произвести установку деталь- задняя пластина демпфера в специальную установку для сборки</p> <p>Произвести установку пружинную шайбу демпфера в специальную установку для сборки</p> <p>Произвести установку деталь-фрикционное кольцо демпфера в специальную установку для сборки</p> <p>Произвести установку шайбу волнообразную в специальную установку для сборки</p> <p>Произвести установку опорное кольцо демпфера в специальную установку для сборки</p> <p>Произвести установку "пружину в пружине" в спецтиски</p> <p>Произвести вставку деталь-пружина в окна</p> <p>Произвести установку упорную пластину демпфера в специальную установку для сборки</p> <p>Произвести установку деталь-</p>	<p>Приспособле ние для установки пружин и сборки, спецтиски для пружин, Гайковерт Зубило Молоток Плоскогубцы</p>	3,37
-----	--	--	--	------

Продолжение таблицы 4.2

		Произвести установку переднюю пластину демпфера с ведомым диском и		
--	--	--	--	--

5 Безопасность и экологичность объекта

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.

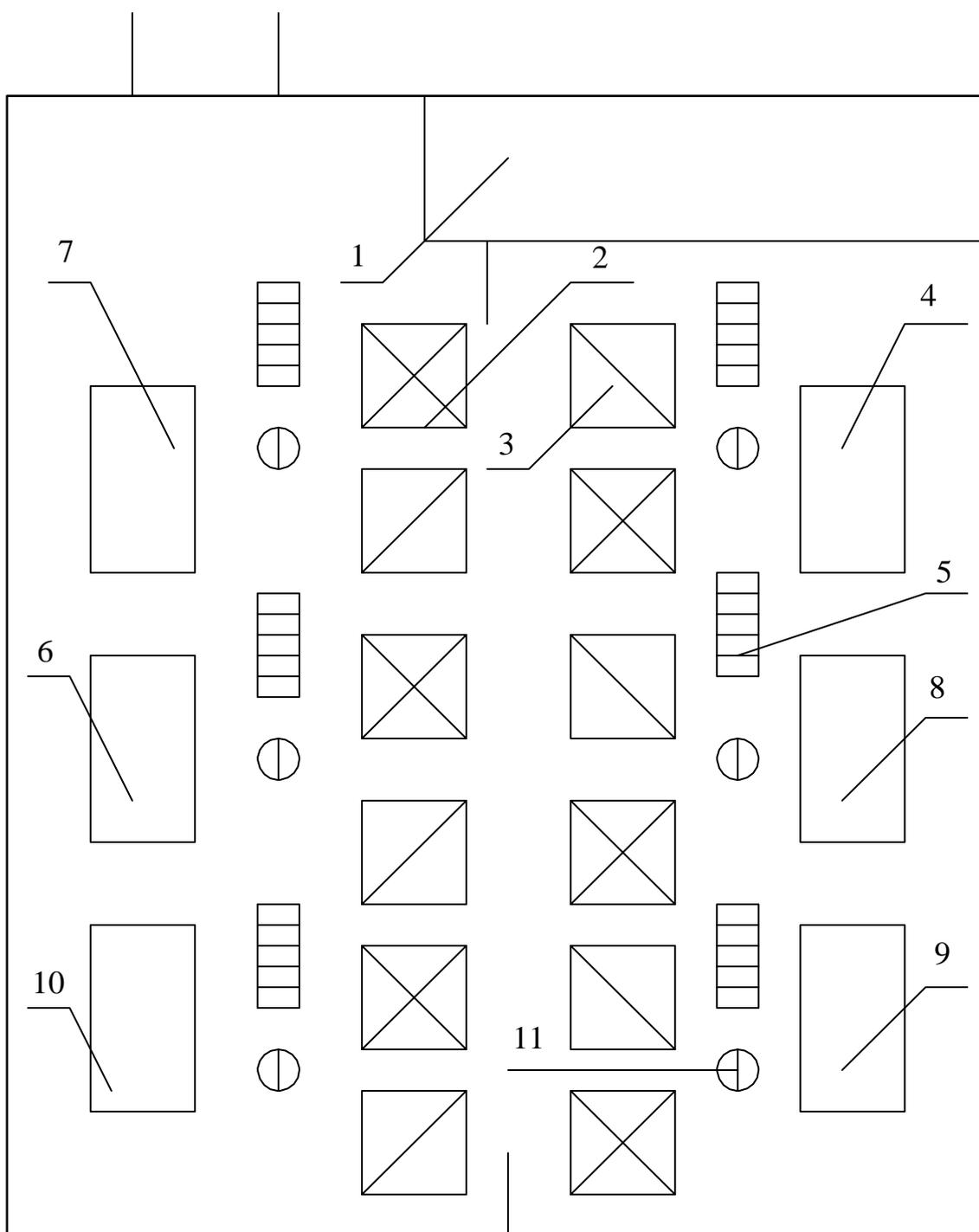
Основными направлениями для дальнейшего развития технического уровня автомобилей - это уменьшение расхода топлива и масла, уменьшение трудоемкости техобслуживания, уменьшение себестоимости материала для изготовления автомобиля, уменьшение шумового параметра, токсичность выхлопных газов, улучшение надежности и безопасности автомобилей.

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

Целью данной бакалаврской работы является повышение ресурса и надежности сцепления легкового автомобиля 2-го класса в связи с увеличением мощности двигателя, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

В данной бакалаврской работе модернизируется ведомый диск сцепления. Увеличивается наружный радиус нажимного диска вместе с наружным радиусом накладок, что увеличивает рабочую площадь накладок и таким образом обеспечивает изначально заданный коэффициент запаса сцепления. Для обеспечения экологичности проекта предлагается использовать безасбестовые фрикционные накладки ведомого диска вместо стандартных асбестосодержащих накладок.

5.1 Описание производственно-сборочного объекта



1-комната для перерыва; 2-сверлильное оборудование; 3-прессовая установка; 4-установка для контрольной операции; 5- установка для контрольной операции; 6-балансировочное оборудование; 7-аппарат для заклепывания; 8- бокс для заготовок; 9- бокс для заготовок; 10-стол для документов; 11- рабочий стол.

Рисунок 5.1 – Рабочий участок

5.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 5.1.

Типы исполняемых действий	Техническое оснащение	Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на тело
Приклёпывание накладок к ведомому диску	Полуавтоматический аппарат для заклёпывания «Вик-Ман»	<p>1) Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>2) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов.</p> <p>3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.</p> <p>4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на</p>	<p>1) Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p> <p>2) Нарушения ориентации мозга, вызывает резонанс, негативно влияет на сердце и сосуды.</p> <p>3) Температурные электрические бионические</p> <p>4) Травматичность.</p> <p>5) Травматичность.</p>

Продолжение таблицы 5.1

		5) Острота краев деталей и заусенцы на них. б)	б) Усталость
Расклёпывание стоек с двух сторон	Пресс с поворотным столом и двуручным управлением “Викман”.	1) Повышенное увеличение уровня шумности 2) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов 3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.	1) Негативное действие на органы слуха, гипофиз и сердечно-сосудистую систему. 2) Нарушение вестибулярного аппарата, вызывает резонанс, воздействует на сосуды. 3) Термическое электролитическое биологическое 4) Травматизм. 5) Травматизм.

Продолжение таблицы 5.1

		<p>5) Острые кромки и заусенцы.</p> <p>6) Монотонность труда.</p> <p>7) Физическое перенапряжение</p>	<p>6) Утомляемость, сонливость, снижение внимания.</p> <p>7) Утомляемость, стресс.</p>
<p>Определение величины дисбаланса ведомого диска.</p>	<p>Балансировочный станок “Шенк”.</p>	<p>1) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p> <p>2) Напряжение</p>	<p>1) Травматизм.</p> <p>2) Ухудшение всех систем и органов всего организма человека</p>
<p>Расклёпывание заклёпок и стоек.</p>	<p>Сверлильный станок 2Н135 “Стерлитаман”.</p>	<p>1) Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>2) Повышенное увеличение</p>	<p>1) Негативное действие на органы слуха, гипофиз, сердечно-сосудистую систему.</p> <p>2) Нарушения вестибулярного</p>

Продолжение таблицы 5.1

		<p>3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической цепи.</p> <p>4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p> <p>5) Острота краев деталей и заусенцы на них.</p> <p>6) Завышенная</p>	<p>резонанс, воздействует на сосуды.</p> <p>3) Температурные (ожоги участков тела), электрическое (разложение крови и плазмы), бионические (возбуждение и раздражение тканей организма, как следствие-судорожные сокращения мышц, прекращение деятельности дыхания и кровообращения).</p> <p>4) Ранения мягких тканей</p> <p>5) Ранения мягких тканей</p> <p>6) Обгорание кожи человека-ожоги</p> <p>7) Раздражители</p>
--	--	--	--

Продолжение таблицы 5.1

		8) Перегрузка мышц	Отравление токсинами, 8) Усталость нервной системы
		9) Усталость глаз	9) Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль, раздражительность, нервное перенапряжение, стресс.

5.3 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях

Основные положения

5.3.1 Работники должны проходить обязательные предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры в соответствии с приказом «Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10 декабря 1996 г. N 405 "О проведении предварительных и периодических медицинских осмотров работников" (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31 декабря 1996 г., регистрационный N 1224).» [16]

5.3.2 «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]

5.3.3 «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]

5.3.4 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.» [16]

5.3.5 «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]

5.3.6 «Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2003 г., регистрационный N 10000-03/03-001/03-001)» [16]

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]

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

5.3.8 «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]

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

[16]

5.4 «Общие положения и область применения» [16]

5.4.1 «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]

5.4.2 «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]

5.4.3 «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]

5.4.4 «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]

5.4.5 «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]

5.4.6 «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование".» [16]

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

5.4.8 «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]

5.5 «Нормативные ссылки» [16]

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

5.5.2 «[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]

5.5.3 «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]

5.6 «Термины и определения» [16]

5.6.1 «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]

5.6.2 «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]

5.6.3 «Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже.» [16]

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

5.6.5 «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]

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

5.7 «Общие требования и показатели микроклимата»

5.7.1 «Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.» [16]

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

5.7.3 «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]

5.8 «Оптимальные условия микроклимата» [16]

5.8.1 «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]

5.8.2 «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]

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

6 Экономическая эффективность проекта

В условиях перехода экономики России на рельсы рынка необходимо всемерное ускорение научно – технического прогресса на основе интеграции науки и производства, повышения качества изделий, сокращение сроков разработки и внедрение новой техники. Поэтому для настоящего времени является особо актуальной проблема обеспечения высококачественных проектов, выполняемых в короткое время, необходимых для создания конкурентно – способных автомобилей.

Применение ЭВМ позволяет ускорить проектные расчеты, осуществить математическое моделирование работы системы или агрегата автомобиля, обеспечить оптимизацию их конструктивных параметров.

Конструирование автомобиля – это сложный процесс, включающий методы, разработанные в различных научных трудах. Правильное использование этих методов, внедрение САПР в практику конструирования облегчает дальнейшее повышение технического уровня создаваемой автомобильной техники.

Основной задачей при разработке новой конструкции сцепления является обеспечение заданного коэффициента запаса сцепления для надежной его работы.

Решается это требование следующим способом.

Увеличивается наружный радиус нажимного диска вместе с наружным радиусом накладок, что увеличивает рабочую площадь накладок и таким образом обеспечивает изначально заданный коэффициент запаса сцепления. В результате модернизации увеличивается количество расходного материала для изготовления фрикционной накладки и для самого ведомого диска сцепления, а для сборки увеличивается стоимость составляющих деталей. Но благодаря увеличенному коэффициенту сцепления, а также в результате увеличения массы диска, благодаря чему диск способен поглощать большее количество теплоты, увеличивается ресурс ведомого диска сцепления ориентировочно на 50%.

6.1 Расчет себестоимости проектируемого сцепления.

Таблица 6.1 – Исходные данные для расчет себестоимости изделия

Название показателя	Обозн-е	Е.изме р.	Знач-е
Год-я прогр. вып-а изд.	Vг.	Шт.	68000,0
Страх-е внесения в ПФР, ФОМС, ФСС	Ес.	%	30,0
Коэфф-т общезаводских расходов.	Еозав.	%	215,0
Коэфф-т комм-х (внепроизв-ых) расх-в	Ек.	%	5,0
Коэфф. расх. на содерж-е и	Еоб.	%	194,0
Коэфф-ы трансп. - загот-ых расх-в	Кт.зр.	%	1,450
Коэфф-т цех-х расх-в	Ецх	%	183,0
Коэфф-т расх-в на инст-т и осн-ку	Еинс.	%	3,0
Коэфф-т рент-ти и план-х накопл-й	Крнт.	%	30,0
Коэфф-т допл. или выпл. не связ-х с раб-й на произв-ве	Кпрм.	%	12,0
Коэфф-т прем. и допл. за раб. на произв-ве	Кпрм.	%	23,0
Коэфф-т возвр-х отх.	Квт	%	1,0
Час-я тарифн. став 4-го разр.	Ср4	руб.	72,240
Час-я тарифн. став. 6-го разр.	Ср6	руб.	93,81,
Коэфф-т капиталообр. инвест-й	Ки	%	18,80

Расходы на "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{m.zp}}{100} - \frac{K_{\text{вм}}}{100} \right) \quad (6.1)$$

где C_m – опт-я цена мат-ла i -го вида,руб.;
 Q_m – норм. расхс мат-ла i -го вида,кг.,м.;
 $K_{т.зр}$ – коэфф-т трансп.-загот-ых расх-в,%;
 $K_{в}$ – коэфф-т возвр-х отх.,%;

Таблица 6.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Литье горячего металла	кг	1,7	2,3	3,91
Горячекатанный прокат	кг	6,9	2,1	14,49
Литье цветного металла	кг	20	1,95	39
Прокат цветного металла	кг	47	1,65	77,55
Сырье цветного металла	кг	61,5	1,15	70,725
Химикаты	кг	31,2	1,3	40,56
Сталь 12ХНЗА	кг	17,456	1,55	27,06
Сталь 45	кг	7,23	1,1	7,95
Сталь 50ХГФА	кг	15,846	1,05	16,64
Итого				297,88
Ктз		1,45		4,32
Квт		1		2,98
Всего				305,18

$$M := 305.18$$

Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты" производится по формуле:

$$P_u = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{m.zp}}{100} \right) \quad (6.2)$$

где C_i - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида,руб.;
 n_i - количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида,шт.;

Таблица 6.3 - Расчет затрат на покупные изделия

Наименование изделия	Цена,руб.	Кол-во,шт.	Сумма, руб.
Болт М6х14	12	4	48,00
Шайба волнистая	5	4	20,00
Подшипник	75	1	75,00
Накладка фиксационная	35	1	35,00
Итого			178,00
Ктз		1,45	2,58
Всего			180,58

$$\Pi_i := 180.58$$

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

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{пр.м.}}{100} \right) \quad (6.3)$$

где Z_T - тарифная заработная плата,руб.,которая рассчитывается по формуле:

$$Z_T := C_{р.і} \cdot T_i$$

где $C_{р.і}$ - часовая тарифная ставка,руб.;

T_i - трудоёмкость выполнения операции,час.;

$K_{пр.м.}$ – коэфф-т прем. и доп., связ-х с раб-й на произв.,%.

Таблица 6.4 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
Сборка нажимного диска	4	0,07	72,24	5,06
Сборка нажимного диска с корпусом сцепления	4	0,06	72,24	4,33
Контрольно-испытательная	6	0,09	93,81	8,44
Итого				17,83
Премияльные доплаты			23	4,10
Основная з/п				21,94

$$Z_o := 21.94$$

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

$$Квп := 0.12$$

$$\begin{aligned} Зд &:= З_0 \cdot Квп = \\ &= 21.94 \cdot 0.12 = 2.63 \end{aligned} \quad (6.4)$$

где Квп - коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве, %.

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

$$Есц.н := 0.30$$

$$\begin{aligned} Ссц.н &:= (З_0 + Зд) \cdot Есц.н = \\ &= (21.94 + 2.63) \cdot 0.30 = 7.37 \end{aligned} \quad (6.5)$$

где Есц.н - коэффициент отчислений в страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС, %;

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

$$Еоб := 1.94$$

$$\begin{aligned} Сс.об &:= З_0 \cdot Еоб = \\ &= 21.94 \cdot 1.94 = 42.56 \end{aligned} \quad (6.6)$$

где Еобор - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

Расходы "Цеховые расходы" выполняется по формуле:

$$Ецх := 1.83$$

$$\begin{aligned} Сцх &:= З_0 \cdot Ецх = \\ &= 21.94 \cdot 1.83 = 40.15 \end{aligned} \quad (6.7)$$

где Ецх - коэффициент цеховых расходов, %;

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

$$E_{\text{инс}} := 0.03$$

$$C_{\text{инс}} := Z_0 \cdot E_{\text{инс}} = \quad (6.8)$$

$$= 21.94 \cdot 0.03 = 0.66$$

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

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{ц.с.с.}} := M + \text{Пи} + Z_0 + C_{\text{сц.н}} + Z_{\text{д}} + C_{\text{с.об}} + C_{\text{цх}} + C_{\text{инс}} = \quad (6.9)$$

$$= 305.18 + 180.58 + 21.94 + 7.37 + 2.63 + 42.56 + 40.15 + 0.66 = 601.08$$

Расходы "Общезаводские расходы" выполняется по формуле:

$$E_{\text{об.зав}} := 2.15$$

$$C_{\text{об.зав}} := Z_0 \cdot E_{\text{об.зав}} = \quad (6.1)$$

$$= 21.94 \cdot 2.15 = 47.17$$

где $E_{\text{об.зав}}$ - коэффициент общезаводских расходов, %;

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} := C_{\text{об.зав}} + C_{\text{цх.с.с.}} = \quad (6.11)$$

$$= 47.17 + 601.08 = 648.25$$

Расходы "Коммерческие расходы" выполняется по формуле:

$$E_k := 0.05$$

$$C_k := C_{0.зав.с.с.} \cdot E_k = \quad (6.12)$$

$$= 648.25 \cdot 0.05 = 32.41$$

где E_k - коэффициент коммерческих расходов, %;

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{п.пр.} := C_{0.зав.с.с.} + C_k =$$

$$= 648.25 + 32.41 = 680.66$$

Расчет отпускной цены для проектируемого сцепления выполняется по формуле:

$$K_{рнт} := 0.3 \quad C_{п.б.} := 643.48 \quad (6.13)$$

$$C_{от.б.} := C_{п.б.} \cdot (1 + K_{рнт}) \quad C_{от.б.} = 836.52$$

где $K_{рнт}$ - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %;

Таблица 6.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой конструкции.

Названия критериев	Обозн-е	Расх. на е.из.(станд.)	Расх. на е.из.(пр-т)
Стоим-ть осн-х мат-в	М	290,66	305,15
Стоим-ть компл-х изд-й	Пи	172,58	180,58
Осн.зар.п. пр.раб.	Зо	20,20	21,94
Доп.зар.плата пр.раб.	Зд	2,42	2,63
Страх-е взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	Сс.н.	6,79	7,37
Расх. на содерж.и экспл-ю оборуд-я	Сс.обор	39,19	42,56
Цех. Расх-ы	Сцх	36,97	40,15
Расх-ы на инстр. и осн-ку	Синс	0,61	0,66
Цех-ая себест-ть	Сц.с.с.	569,41	601,05
Общезав-ие расх.	Со.зав	43,43	47,17
Общезав-ая себест-ть	Со.зав.с.с.	612,84	648,22
Коммер-ие расх-ы	Ск	30,64	32,41
Полн. Себест-ть	Спол	643,48	680,63
Отп-ая ц.	Цот	836,53	836,53

6.2 Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$\begin{aligned} \text{Зперуд} &:= M + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Зд} + \text{Ссц.н} = \\ &= 305.18 + 180.58 + 21.94 + 2.63 + 7.37 = 517.70 \end{aligned} \quad (6.14)$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$\begin{aligned} V_{\Gamma} &:= 68000 & \text{Зпер} &:= \text{Зперуд} \cdot V_{\Gamma} = \\ & & &= 517.70 \cdot 68000 = 35203915.52 \end{aligned} \quad (6.15)$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления, руб. :

$$\begin{aligned} \text{НА} &:= 13 \\ \text{Ам.у} &:= \frac{(\text{Сс.об} + \text{С}_{\text{инстр}}) \cdot \text{НА}}{100} = \\ &= ((42.56 + 0.66) \cdot 13) / 100 = 5.62 \end{aligned} \quad (6.16)$$

здесь НА - доля амортизационных отчислений, %;

$$\begin{aligned} \text{Зпосуд} &:= \frac{(\text{Сс.об} + \text{С}_{\text{инс}}) \cdot (100 - \text{НА})}{100} + \text{С}_{\text{цх}} + \text{С}_{\text{о.зав}} + \text{С}_{\text{к}} + \text{Ам.у} = \\ &= ((42.56 + 0.66) \cdot (100 - 13)) / 100 + 40.15 + 47.17 + 32.41 + 5.62 = 162.96 \end{aligned} \quad (6.17)$$

на годовую программу выпуска:

$$\begin{aligned} \text{Зпос} &:= \text{Зпосуд} \cdot V_{\Gamma} = \\ &= 162.96 \cdot 68000 = 11080965.98 \end{aligned} \quad (6.18)$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{п.г.} := C_{п.пр.} \cdot V_{г} = \quad (6.19)$$

$$= 680.66 \cdot 68000 = 46284881.50$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выр := Ц_{от.пр.} \cdot V_{г} = \quad (6.20)$$

$$= 836.52 \cdot 68000 = 56883632.00$$

Расчет маржинального дохода:

$$Д_{мрж} := Выр - З_{пер} = \quad (6.21)$$

$$= 56883632.00 - 35203915.52 = 21679716.48$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{крт} := \frac{З_{пос}}{Ц_{от.пр.} - З_{перуд}} = \quad (6.22)$$

$$= 11080965.98 / (836.52 - 517.70) = 34756.25 \sim 34760$$

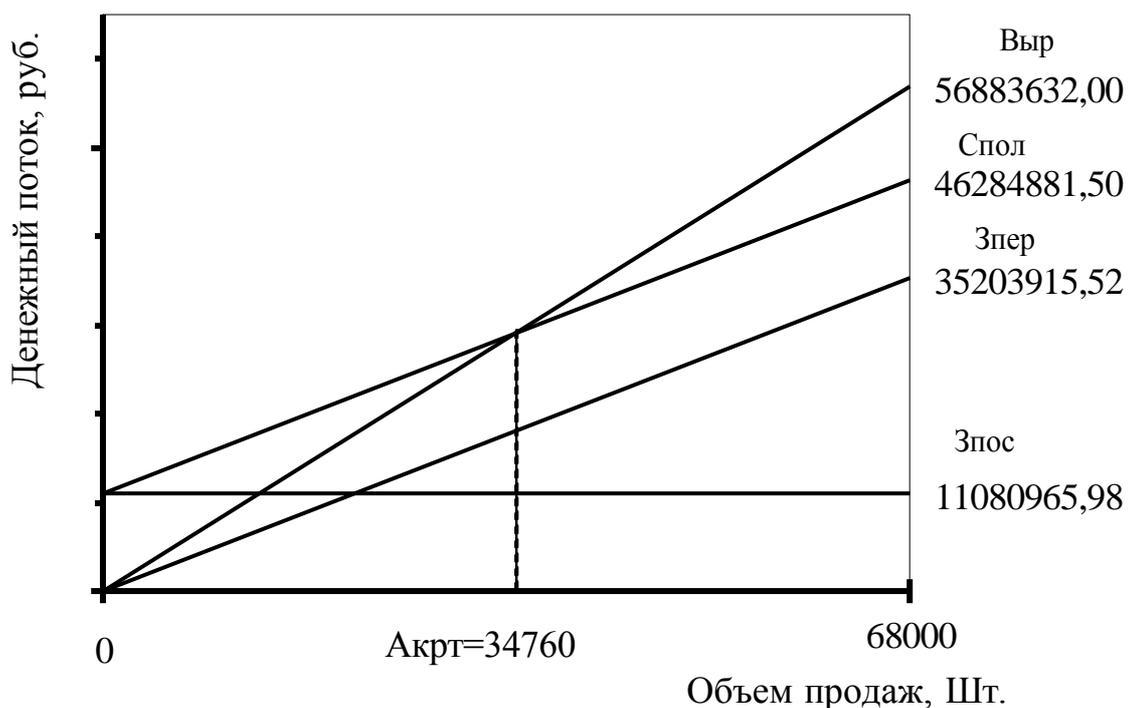


Рисунок 6.1 - График точки безубыточности.

6.3 Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

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

$$\begin{aligned}V_{\Gamma} &:= 68000 \\V_{\text{МК}} &:= V_{\Gamma} \\n &:= 6 \\ \Delta &:= \frac{V_{\text{МК}} - A_{\text{крт}}}{n - 1} \\ A_{\text{крт}} &:= 34760 \\ \Delta &= 6648.00\end{aligned}\tag{6.23}$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$\begin{aligned}\Pi_{\text{от}} &:= \Pi_{\text{от.пр.}} \\ \Pi_{\text{от}} &= 836.52 \\ V_{\text{пр1}} &:= A_{\text{крт}} + \Delta \\ V_{\text{пр1}} &:= 34760 + 6648.00 = 41408.00 \\ V_{\text{пр2}} &:= A_{\text{крт}} + 2\Delta \\ V_{\text{пр2}} &= 48056.00 \\ V_{\text{пр3}} &:= A_{\text{крт}} + 3\Delta \\ V_{\text{пр3}} &= 54704.00 \\ V_{\text{пр4}} &:= A_{\text{крт}} + 4\Delta \\ V_{\text{пр4}} &= 61352.00 \\ V_{\text{пр5}} &:= A_{\text{крт}} + 5\Delta \\ V_{\text{пр5}} &= 68000.00\end{aligned}\tag{6.24}$$

Выр по годам:

$$\begin{aligned} \text{Выр}_1 &:= \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_1 &= 34638785.79 & (6.25) \\ \text{Выр}_1 &:= 836.52 \cdot 41408.00 \\ \text{Выр}_2 &:= \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_2 &\text{Выр}_2 = 40199997.34 \\ \text{Выр}_3 &:= \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_3 &\text{Выр}_3 = 45761208.90 \\ \text{Выр}_4 &:= \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_4 &\text{Выр}_4 = 51322420.45 \\ \text{Выр}_5 &:= \text{Цот} \cdot \text{Vпр}_5 &\text{Выр}_5 = 56883632.00 \end{aligned}$$

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

для базового варианта:

$$\begin{aligned} \text{M} &:= 290.66 & \text{Пи} &:= 172.58 & \text{Зо} &:= 20.20 \\ \text{Зд} &:= 2.42 & \text{C}_{\text{сц}} &:= 6.79 \\ \text{Зперудб} &:= \text{M} + \text{Пи} + \text{Зо} + \text{Зд} + \text{C}_{\text{соц}} &\text{Зперудб} &= 492.65 & (6.26) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Зперб1} &:= \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_1 & (6.27) \\ \text{Зперб1} &:= 480.25 \cdot 38920 &= 18691330.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Зперб2} &:= \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_2 &\text{Зперб2} &= 23674788.40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Зперб3} &:= \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_3 &\text{Зперб3} &= 26949925.60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Зперб4} &:= \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_4 &\text{Зперб4} &= 30225062.80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Зперб5} &:= \text{Зперудб} \cdot \text{Vпр}_5 &\text{Зперб5} &= 33500200.00 \end{aligned}$$

для проектного варианта:

$$Z_{\text{перпр}} = Z_{\text{перуд}}$$

$$Z_{\text{перудпр}} = 517.70$$

$$Z_{\text{перпр1}} := Z_{\text{перудпр}} \cdot V_{\text{пр1}} \quad (6.28)$$

$$Z_{\text{перпр1}} := 517.70 \cdot 41408 = 21437113.73$$

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

$$Z_{\text{перпр2}} = 24878814.18$$

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

$$Z_{\text{перпр3}} = 28320514.63$$

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

$$Z_{\text{перпр4}} = 31762215.07$$

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

$$Z_{\text{перпр5}} = 35203915.52$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{\text{с.об.}} := 39.19$$

$$C_{\text{цх.}} := 36.97$$

$$C_{\text{инс.}} := 0.61$$

$$C_{\text{об.зав.}} := 43.43$$

$$C_{\text{к.}} := 30.64$$

$$Z_{\text{посудб}} := C_{\text{с.об.}} + C_{\text{инс.}} + C_{\text{цх.}} + C_{\text{об.зав.}} + C_{\text{к.}} \quad (6.29)$$

$$Z_{\text{посудб}} = 150.84$$

$$Z_{\text{посб}} := Z_{\text{посудб}} \cdot V_{\Gamma}$$

$$Z_{\text{посб}} = 10257120$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Z_{\text{поспр}} := Z_{\text{пос}}$$

$$Z_{\text{поспр}} = 11080965.98$$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{м.у} = 5.62$$

$$A_{м.} := A_{м.у} \cdot V_{г} \quad A_{м.} = 382080.71 \quad (6.30)$$

Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:

$$З_{полпр1} := З_{поспр} + З_{перпр1} \quad (6.31)$$

$$З_{полпр1} := 11080965.98 + 21437113.73 = 32518079.71$$

$$З_{полпр2} := З_{поспр} + З_{перпр2}$$

$$З_{полпр2} = 35959780.16$$

$$З_{полпр3} := З_{поспр} + З_{перпр3}$$

$$З_{полпр3} = 39401480.60$$

$$З_{полпр4} := З_{поспр} + З_{перпр4}$$

$$З_{полпр4} = 42843181.05$$

$$З_{полпр5} := З_{поспр} + З_{перпр5}$$

$$З_{полпр5} = 46284881.50$$

для базового варианта:

$$З_{полб1} := З_{посб} + З_{перб1} \quad (6.32)$$

$$З_{полб1} := 10257120.00 + 20399651.20 = 30656771.20$$

$$З_{полб2} := З_{посб} + З_{перб2}$$

$$З_{полб2} = 33931908.40$$

$$З_{полб3} := З_{посб} + З_{перб3}$$

$$З_{полб3} = 37207045.60$$

$$З_{полб4} := З_{посб} + З_{перб4}$$

$$З_{полб4} = 40482182.80$$

$$З_{полб5} := З_{посб} + З_{перб5}$$

$$З_{полб5} = 43757320.00$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

$$\begin{aligned} \text{Проб.пр}_{\text{пр.1}} &:= \text{Выр}_1 - \text{Зполпр}_1 && (6.33) \\ \text{Проб.пр}_{\text{пр.1}} &:= 34638785.7 - 32518079.71 && = 2120706.08 \\ \text{Проб.пр}_{\text{пр.2}} &:= \text{Выр}_2 - \text{Зполпр}_2 && \text{Проб.пр}_{\text{пр.2}} = 4240217.19 \\ \text{Проб.пр}_{\text{пр.3}} &:= \text{Выр}_3 - \text{Зполпр}_3 && \text{Проб.пр}_{\text{пр.3}} = 6359728.29 \\ \text{Проб.пр}_{\text{пр.4}} &:= \text{Выр}_4 - \text{Зполпр}_4 && \text{Проб.пр}_{\text{пр.4}} = 8479239.40 \\ \text{Проб.пр}_{\text{пр.5}} &:= \text{Выр}_5 - \text{Зполпр}_5 && \text{Проб.пр}_{\text{пр.5}} = 10598750.50 \end{aligned}$$

для базового варианта:

$$\begin{aligned} \text{Проб.пр}_{\text{б.1}} &:= \text{Выр}_1 - \text{Зполб}_1 && (6.34) \\ \text{Проб.пр}_{\text{б.1}} &:= 34638785.79 - 30656771.20 && = 3982014.59 \\ \text{Проб.пр}_{\text{б.2}} &:= \text{Выр}_2 - \text{Зполб}_2 && \text{Проб.пр}_{\text{б.2}} = 6268088.94 \\ \text{Проб.пр}_{\text{б.3}} &:= \text{Выр}_3 - \text{Зполб}_3 && \text{Проб.пр}_{\text{б.3}} = 8554163.30 \\ \text{Проб.пр}_{\text{б.4}} &:= \text{Выр}_4 - \text{Зполб}_4 && \text{Проб.пр}_{\text{б.4}} = 10840237.65 \\ \text{Проб.пр}_{\text{б.5}} &:= \text{Выр}_5 - \text{Зполб}_5 && \text{Проб.пр}_{\text{б.5}} = 13126312.00 \end{aligned}$$

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

для проектного варианта:

$$Н_{п1} := \text{Проб.пр}_{пр.1} \cdot 0.20 \quad (6.35)$$

$$Н_{п1} := 2120706.08 \cdot 0.20 = 424141.22$$

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

$$Н_{п2} = 848043.44$$

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

$$Н_{п3} = 1271945.66$$

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

$$Н_{п4} = 1695847.88$$

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

для базового варианта:

$$Н_{п5} = 2119750.10$$

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

(6.36)

$$Н_1 := 3982014.59 \cdot 0.20$$

$$= 796402.92$$

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

$$Н_2 = 1253617.79$$

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

$$Н_3 = 1710832.66$$

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

$$Н_4 = 2168047.53$$

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

$$Н_5 = 2625262.40$$

Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

$$\begin{aligned} \text{Прч}_{\text{пр.1}} &:= \text{Проб.пр}_{\text{пр.1}} - \text{Нп1} && (6.37) \\ \text{Прч}_{\text{пр.1}} &:= 2120706.08 - 424141.22 = 1696564.87 \\ \text{Прч}_{\text{пр.2}} &:= \text{Проб.пр}_{\text{пр.2}} - \text{Нп2} && \text{Прч}_{\text{пр.2}} = 3392173.75 \\ \text{Прч}_{\text{пр.3}} &:= \text{Проб.пр}_{\text{пр.3}} - \text{Нп3} && \text{Прч}_{\text{пр.3}} = 5087782.63 \\ \text{Прч}_{\text{пр.4}} &:= \text{Проб.пр}_{\text{пр.4}} - \text{Нп4} && \text{Прч}_{\text{пр.4}} = 6783391.52 \\ \text{Прч}_{\text{пр.5}} &:= \text{Проб.пр}_{\text{пр.5}} - \text{Нп5} && \text{Прч}_{\text{пр.5}} = 8479000.40 \end{aligned}$$

для базового варианта:

$$\begin{aligned} \text{Прч}_{\text{б.1}} &:= \text{Проб.пр}_{\text{б.1}} - \text{Н1} && (6.38) \\ \text{Прч}_{\text{б.1}} &:= 3982014.59 - 796402.92 = 3185611.67 \\ \text{Прч}_{\text{б.2}} &:= \text{Проб.пр}_{\text{б.2}} - \text{Н2} && \text{Прч}_{\text{б.2}} = 5014471.16 \\ \text{Прч}_{\text{б.3}} &:= \text{Проб.пр}_{\text{б.3}} - \text{Н3} && \text{Прч}_{\text{б.3}} = 6843330.64 \\ \text{Прч}_{\text{б.4}} &:= \text{Проб.пр}_{\text{б.4}} - \text{Н4} && \text{Прч}_{\text{б.4}} = 8672190.12 \\ \text{Прч}_{\text{б.5}} &:= \text{Проб.пр}_{\text{б.5}} - \text{Н5} && \text{Прч}_{\text{б.5}} = 10501049.60 \end{aligned}$$

Расчет общественного эффекта.

Экономии от повышения долговечности проектируемого узла.

$$\begin{aligned} \text{Цот.б.} &= 836.52 && \text{Д1} := 1000000 && \text{Д2} := 1500000 \\ \text{Про.д.} &:= \text{Цот.б.} \cdot \frac{\text{Д2}}{\text{Д1}} - \text{Цот.пр.} && (6.39) \\ \text{Про.д.} &:= 836.52 \cdot \frac{1500000}{1000000} - 836.52 = 418.26 \end{aligned}$$

где Д1 - долговечность базовой конструкции,(циклы)

Д2 - долговечность новой конструкции,(циклы)

Следовательно текущий чистый доход (накопление сальдо)

по годам составит:

$$\text{Ч1} := \text{Прч}_{\text{пр.1}} - \text{Прч}_{\text{б.1}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр1}}) \quad (6.40)$$

$$\text{Ч1} := 1696564.87 - 3185611.67 + 382080.71 + (418.26 \cdot 41408.00) = 16212426.80$$

$$\text{Ч2} := \text{Прч}_{\text{пр.2}} - \text{Прч}_{\text{б.2}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр2}}) \quad \text{Ч2} = 18859781.98$$

$$\text{Ч3} := \text{Прч}_{\text{пр.3}} - \text{Прч}_{\text{б.3}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр3}}) \quad \text{Ч3} = 21507137.16$$

$$\text{Ч4} := \text{Прч}_{\text{пр.4}} - \text{Прч}_{\text{б.4}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр4}}) \quad \text{Ч4} = 24154492.34$$

$$\text{Ч5} := \text{Прч}_{\text{пр.5}} - \text{Прч}_{\text{б.5}} + A_{\text{м.}} + (\text{Про.д.} \cdot V_{\text{пр5}}) \quad \text{Ч5} = 26801847.52$$

Дисконтирование денежного потока.

$$E_{\text{CT}} := 10$$

$$\alpha_{ti} := \frac{1}{(1 + E_{\text{CT}i})^t} \quad (6.41)$$

где $E_{\text{CT}i}$ - процентная ставка на капитал;

t - год приведения затрат и результатов;

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

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

$$\text{ДСП1} := \text{Ч1} \cdot \alpha_1 \quad (6.42)$$

$$\text{ДСП2} := \text{Ч2} \cdot \alpha_2 \quad \text{ДСП1} = 14737095.96$$

$$\text{ДСП3} := \text{Ч3} \cdot \alpha_3 \quad \text{ДСП2} = 15578179.91$$

$$\text{ДСП4} := \text{Ч4} \cdot \alpha_4 \quad \text{ДСП3} = 16194874.28$$

$$\text{ДСП4} = 16497518.27$$

$$\text{ДСП5} := \text{Ч5} \cdot \alpha_5$$

$$\text{ДСП5} = 16643947.31$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma \text{ДСП} := \text{ДСП1} + \text{ДСП2} + \text{ДСП3} + \text{ДСП4} + \text{ДСП5} \quad (6.43)$$

$$\Sigma \text{ДСП} = 79651615.73$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$\Sigma C_{\text{пол.пр.}} := \text{Зполпр1} + \text{Зполпр2} + \text{Зполпр3} + \text{Зполпр4} + \text{Зполпр5}$$

$$K_{\text{и.}} := 0.188$$

$$I := K_{\text{и.}} \cdot \Sigma C_{\text{пол.пр.}} \quad (6.44)$$

$$I = 37037391.77$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\text{ЧДД} := \Sigma \text{ДСП} - I_0 \quad (6.45)$$

$$\text{ЧДД} = 42614223.96$$

Индекс доходности.

$$ID := \frac{\text{ЧДД}}{I_0} \quad ID = 1.15 \quad (6.46)$$

Срок окупаемости проекта.

$$\text{Ток} := \frac{I}{\text{ЧДД}} \quad (6.47)$$

$$\text{Ток} = 0.87$$

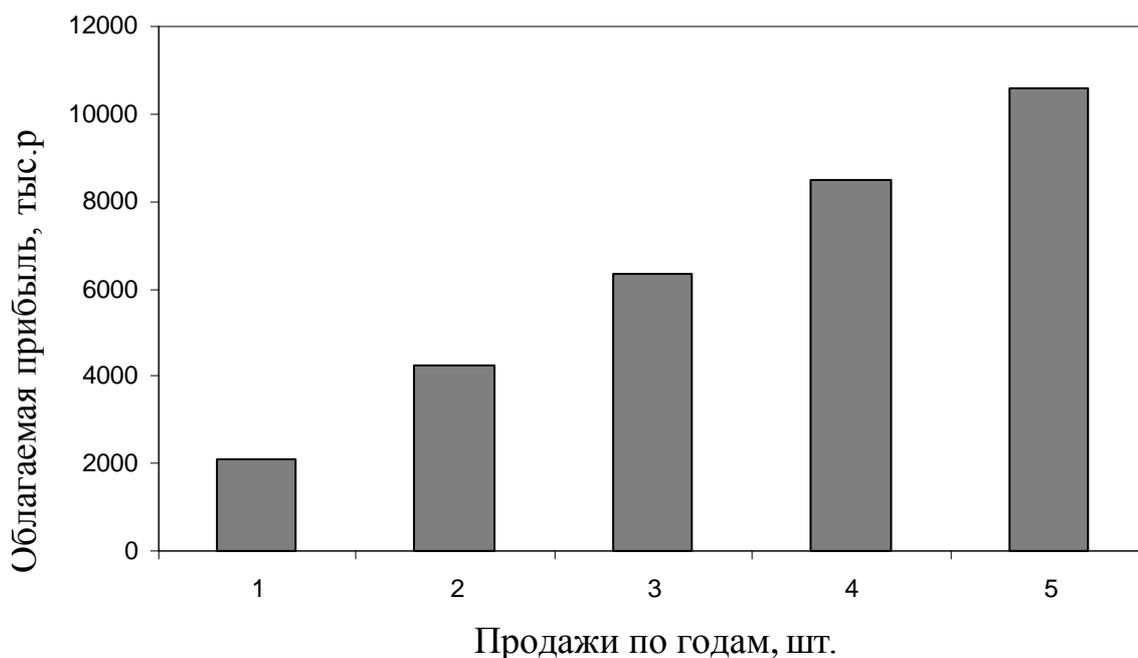


Рисунок 6.2 - Диаграмма облагаемой прибыли от продаж по годам

6.4 Анализ полученных данных и выводы.

В настоящем экономическом разделе работы бакалавра расчетные показатели разрабатываемой новой конструкции сцепления показали, что стоимость конструкции конструкции выше, чем стоимость базовой конструкции, но за счет модернизации сцепления ресурс увеличивается в 1,5 раза, так что расчет общественного эффекта - экономия от увеличения долговечности.

Точка безубыточности продаж равна объему 34760 штук, то есть. в этом объеме продаж компания покрывает свои расходы, а при плановой трате в 68000 штук. компания имеет чисто льготный доход (с учетом инвестиционных инвестиций) 42614223,96 рубля.

Из всех рассматриваемых коэффициентов приемлемым для принятия решения инвестиционного характера является абсолютный показатель ПДД.

Поскольку чистый эффект является положительным, проект является эффективным.

Индекс доходности составляет 1,15 что характеризует этот проект как немного рискованный и прибыльный.

Срок окупаемости проекта составляет 0,87 года.

Анализируя результаты расчетов показателей эффективности внедрения разработанной конструкции сцепления, можно сделать вывод о целесообразности ее реализации в производстве.

В данном экономическом разделе бакалавровской работы рассчитанные показатели модернизированного сцепления, говорят о том, что внедрение в производство имеет положительный коммерческий эффект.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной бакалаврской работы стала разработка ведомого диска сцепления для автомобиля ВАЗ-2170.

В технико-экономическом обосновании приводится анализ конструкций сцеплений и обоснование выбора конструкции проектируемого диска сцепления.

В конструкторской части приводится расчёт тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля, а также рассчитаны основные параметры ведомого диска в сцеплении.

В разделе технологическом бакалаврской работы проекта приводится технологический процесс по сборке диска сцепления ведомого.

В разделе по охране труда описываются опасные и вредные производственные факторы на рабочих местах при сборке ведомого диска сцепления, предложены организационные и с технической стороны действия необходимые для создания безопасного труда на участке сборки.

В экономической части бакалаврской работы проекта приводятся рассчитанные затраты на производство разрабатываемого узла сцепления, а также рассчитаны показатели финансовой выгодности проекта.

Применяемые в проекте совокупность конструкторско – технологических мероприятий ведут к двум основным показателям:

- увеличение прямых затрат на производство;
- увеличению надежности и ресурса, повышению потребительских качеств и в целом конкурентно способности автомобиля.

Взаимодействие этих показателей ведет к снижению затрат и повышению прибыльности производства. А значит конструкторско – технологические изменения в данном проекте решают еще одну задачу:

- достижение положительного коммерческого эффекта управления потребует нового генератора большей мощности и аккумуляторной батареи большей емкости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

Машиностроение, 1972.–233 с.

14. Осепчугов, В.В.; «Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета» / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.- 304с.

15. Писаренко, Г.С. «Справочник по сопротивлению материалов» / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.

16. «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 39, 2003; Информационный фонд НТЦ "Система".

17. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.

18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.

19. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан; - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.

20. Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин; - М. : Машиностроение, 1987.-176с.

21. Daniel Stapleton. How to Plan and Build a Fast Road Car / 2004.

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

23. Colin Campbell. Automobile Gear box / 2012.

24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.

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

26. Catalin, A., Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / A. Catalin, V. Totu Ingeniería e Investigación, 2016. – 1 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягового расчета

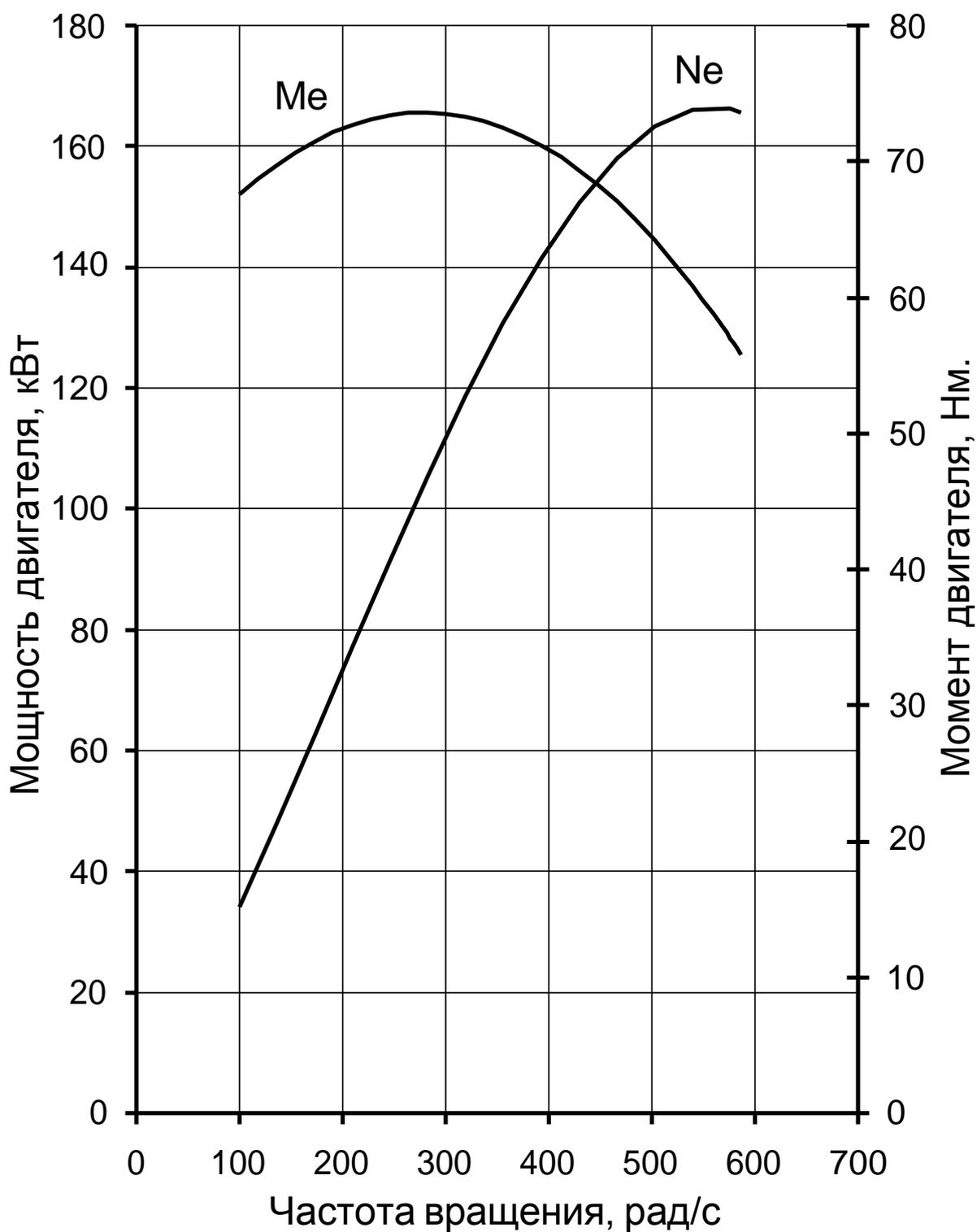


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

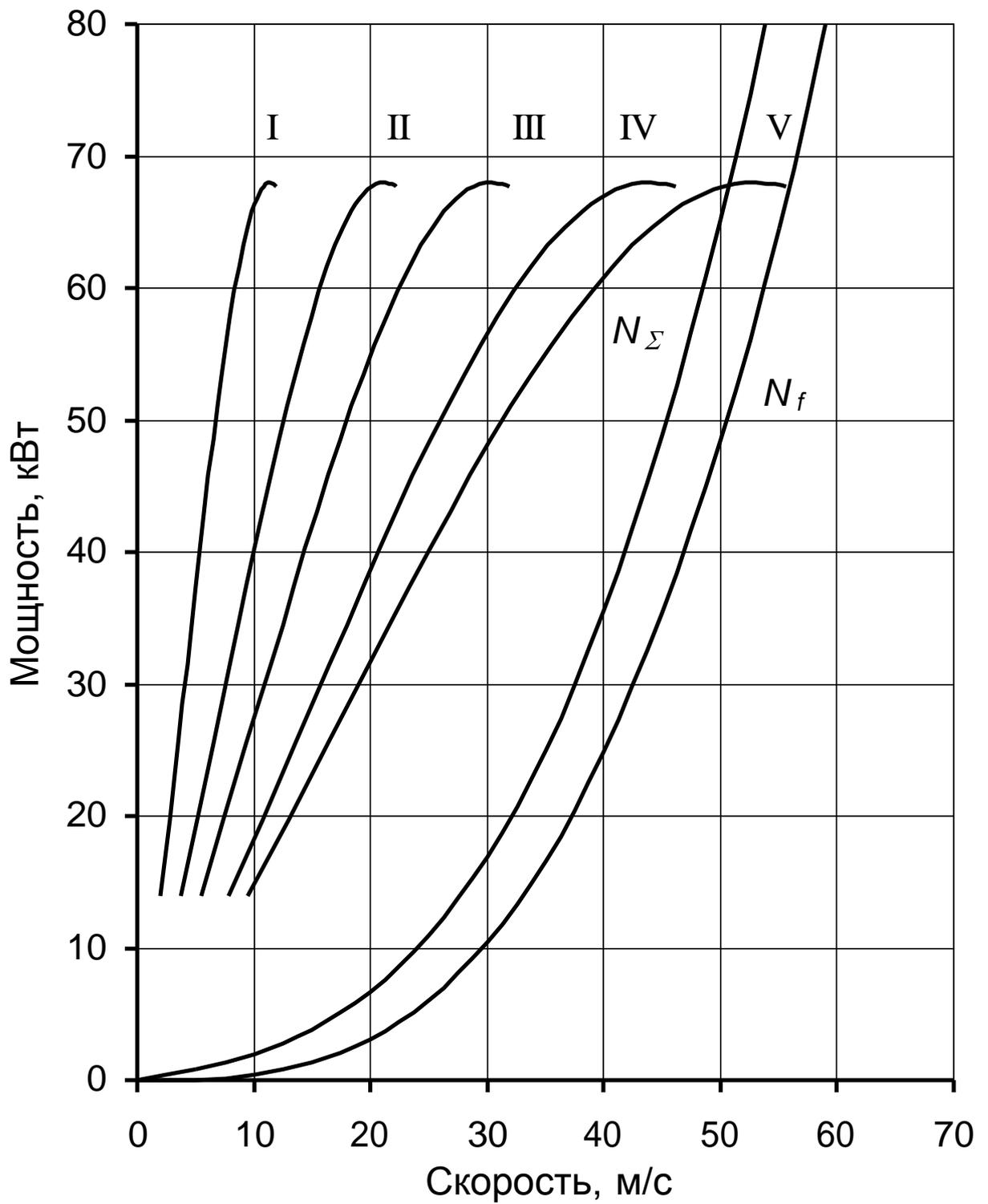


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

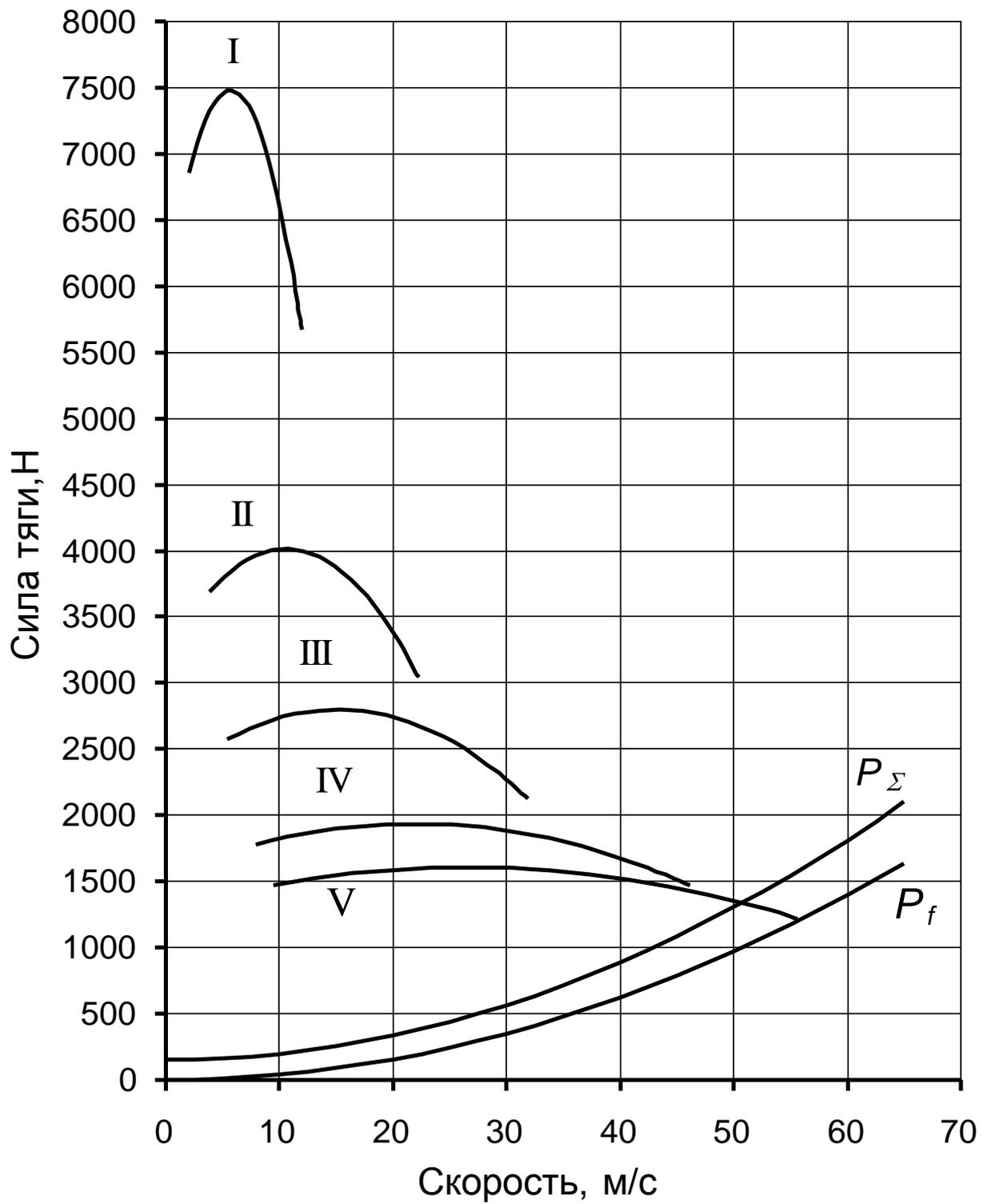


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

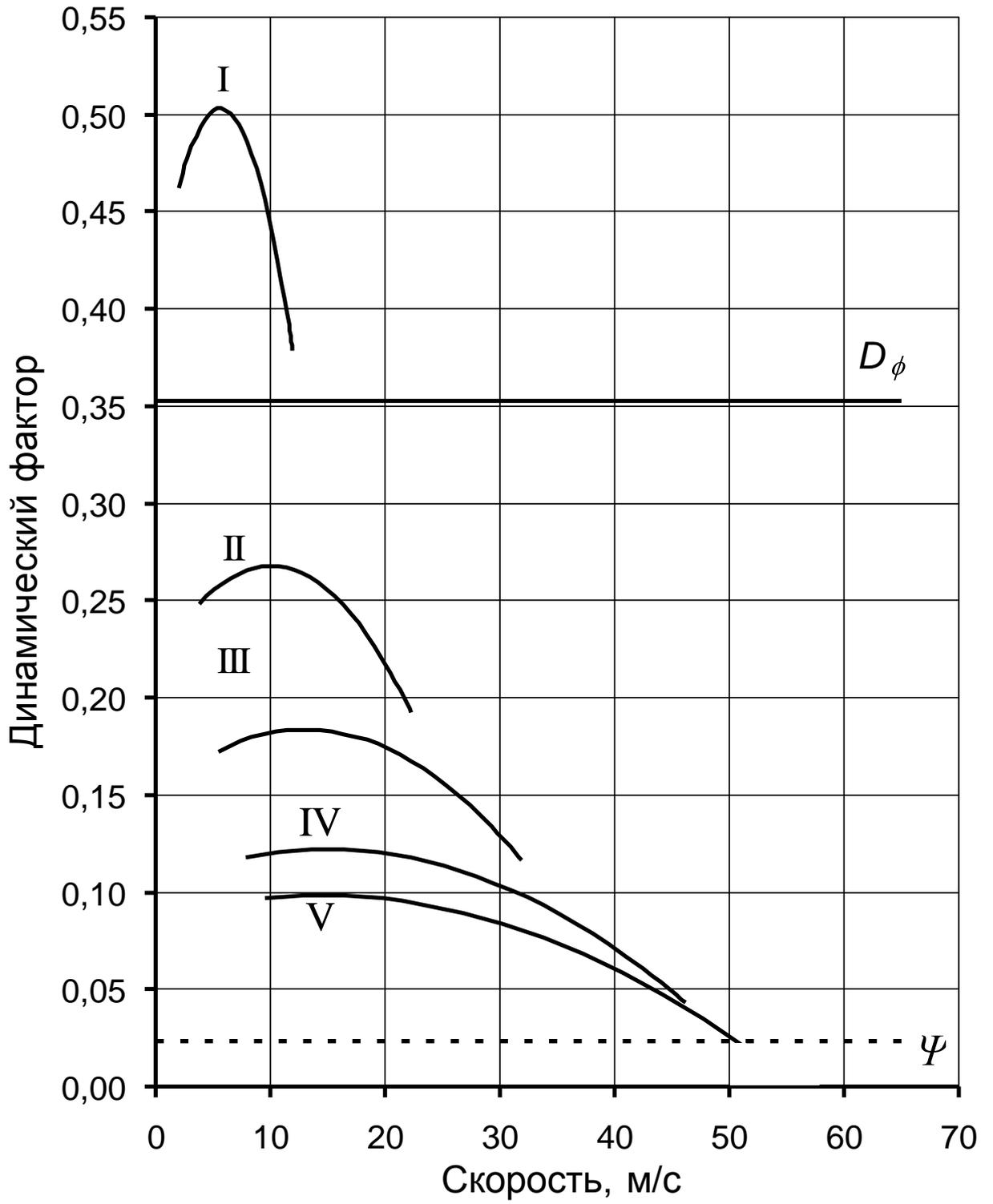


Рисунок А.4 – Динамический баланс

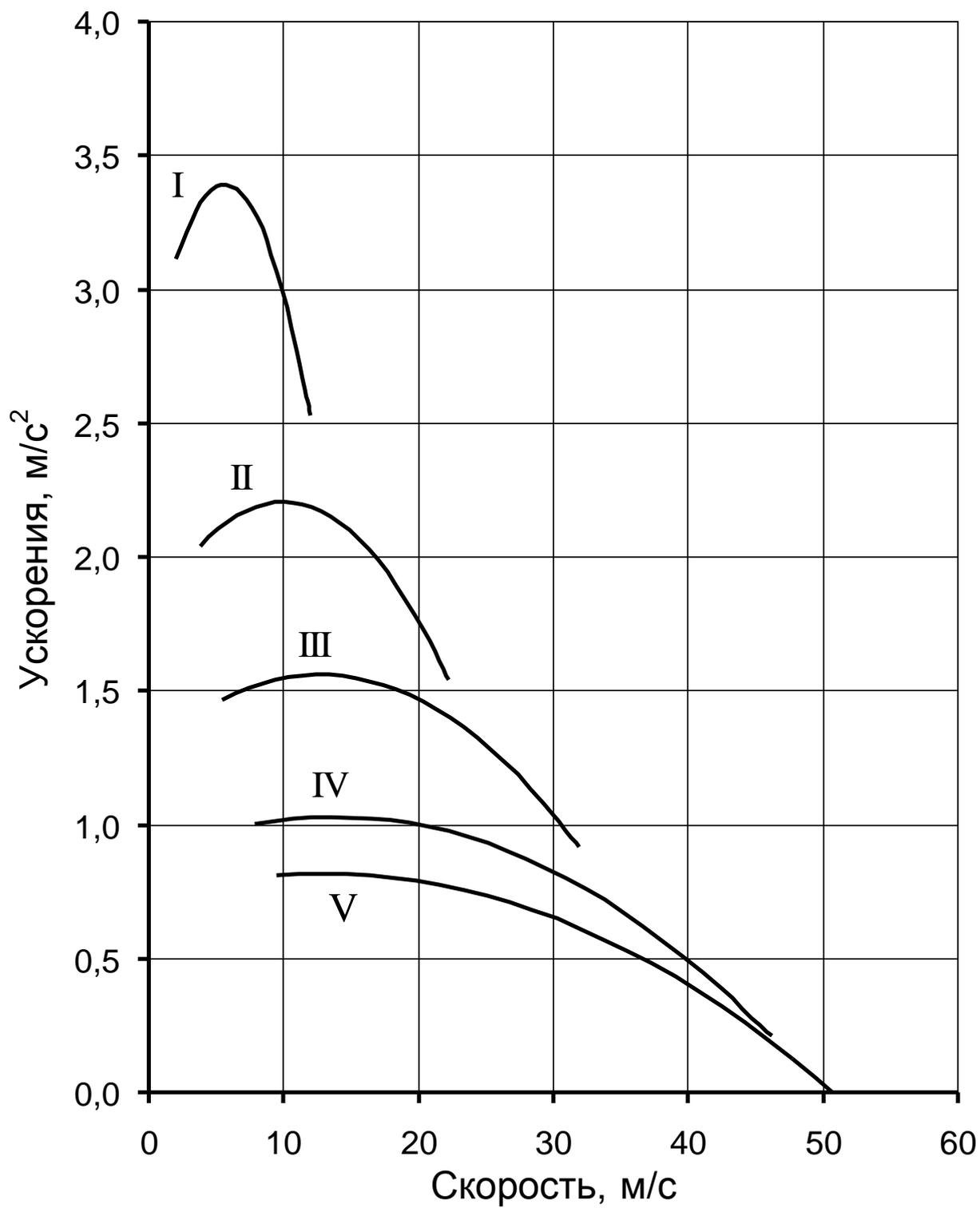


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

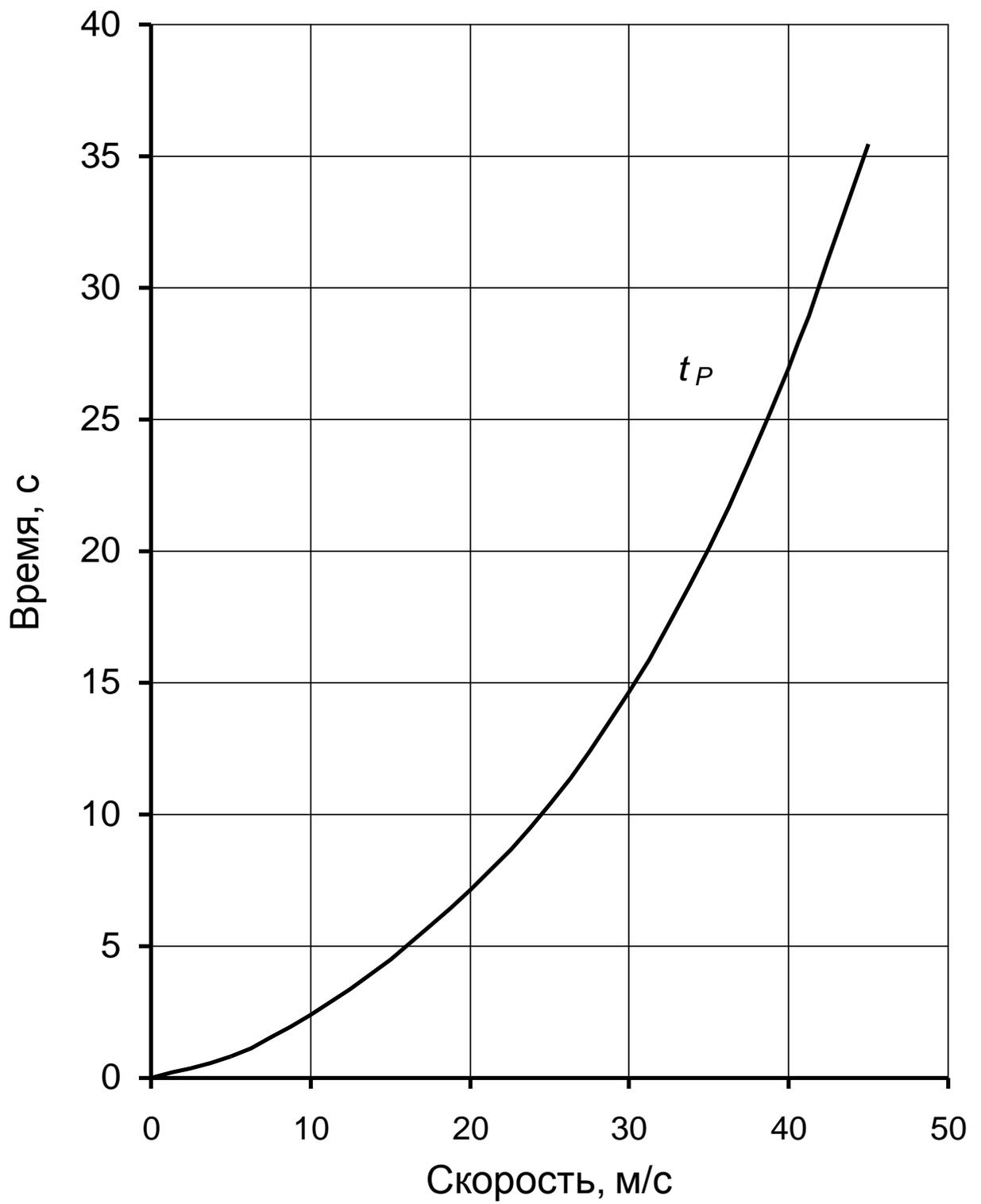


Рисунок А.6 – Время разгона

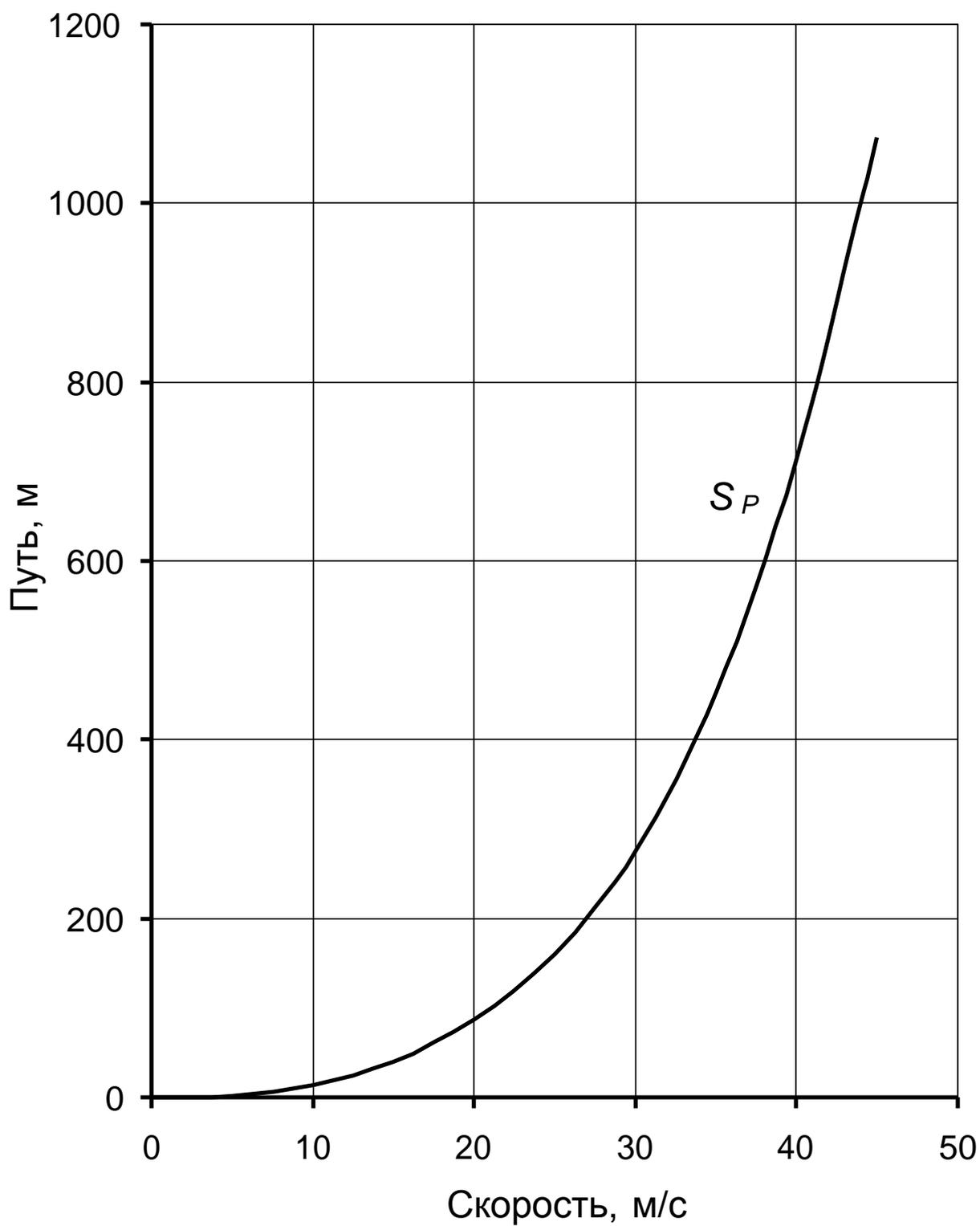


Рисунок А.7 – Путь разгона

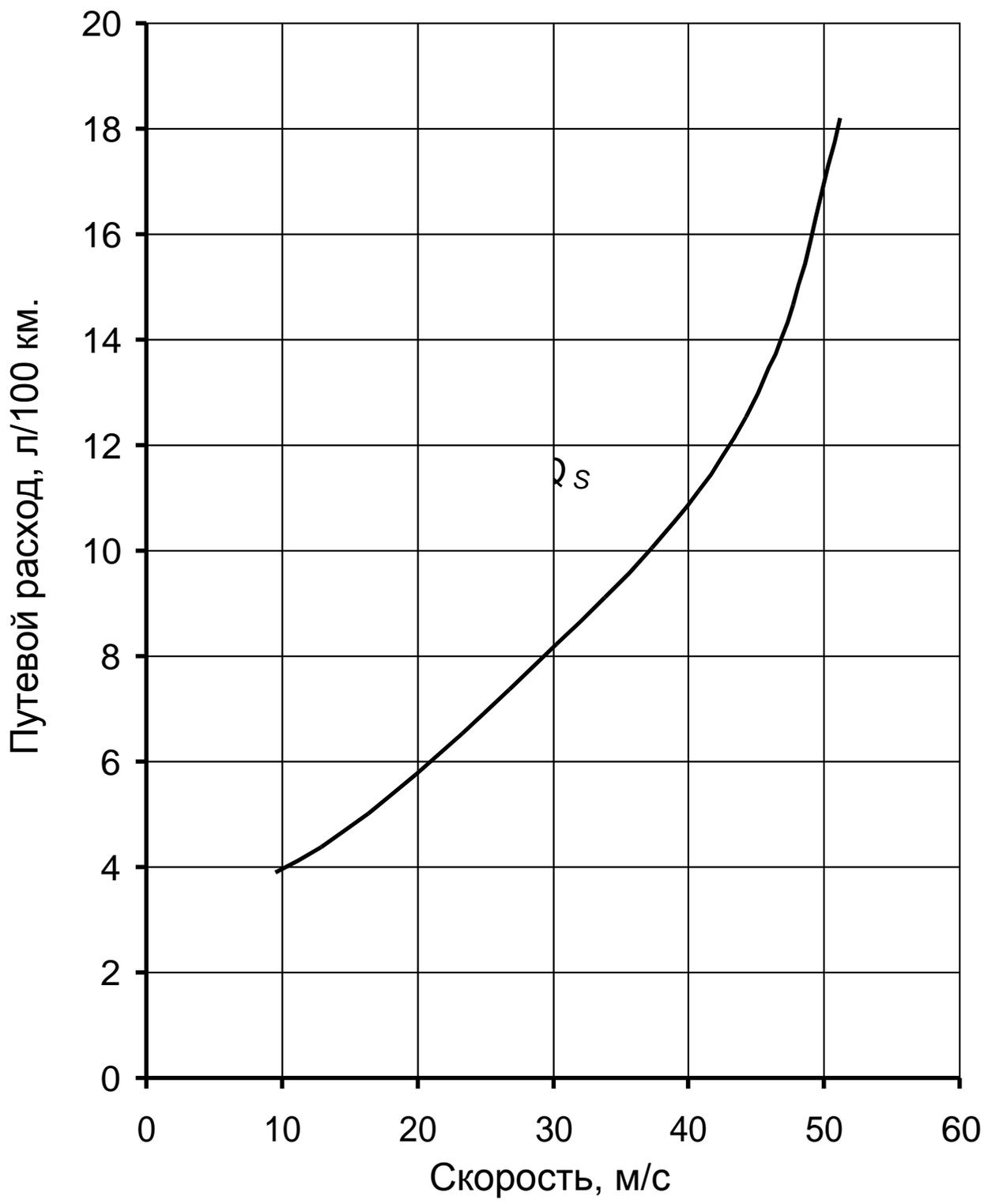


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива