

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Стенд для определения характеристик сцепления легкового

автомобиля

Студент

И.А Трофимов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Л.А Черепанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

О.М Сярдова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

С.А Гудкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ »

20 19 г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

Название дипломного проекта: «Стенд для определения характеристик сцепления легкового автомобиля».

Дипломный проект содержит 82 страниц пояснительной записки, включая 21 рисунков и 42 таблицы, введения, списка 20 источников, 2 листа приложений, чертежей на 8 листах А1.

В основной части особое внимание уделяется состоянию вопроса, назначение системы сцепления, требования, предъявляемые к конструкции сцепления, конструкция сцепления автомобиля, классификация стендов.

В исследовательской части диплома рассматривается стенд, его работа, его комплектующие. В исследовании сравниваются характеристика демпфера ведомого диска сцепления. Первый диск для заднеприводного автомобиля, остальные два для переднего привода автомобиля. Были построены графики зависимости момента демпфера сцепления ведомого диска от угла закрутки.

Произведен расчет экономической эффективности проекта и построен сетевой график. Затраты на проведение данной работы составили 163452,44 руб.

## **ABSTRACT**

The title of the diploma project is: “The stand for determining the characteristics of the clutch of a car.”

The diploma project consists of an explanatory note on 82 pages including 21 figures and 42 tables, introduction, the list of 20 references, 2 appendices, and the graphic part on 8 A1 sheets.

In the main part, special attention is paid to the state of the issue, purpose of the clutch system, requirements for the design of the clutch, the design of the clutch of the car, the classification of the stands.

The research part of the diploma examines the stand itself, how it works, what it consists of and how to work on it. A fragile coating method is considered. The study compares three different clutch discs. The first disk is for the rear-wheel drive car, the other two disks are for the front-wheel drive car.

The purpose of the work is to know what a characteristic of the clutch damper is.

Also, the calculation of the economic efficiency of the project was made and a network schedule were designed. The cost of this work is amounted to 163452.44 rubles.

In the end, the graphs of the dependence of the moment on the driven disk on the twist angle were designed.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Состояние вопроса.....	7
1.1 Назначение сцепления автомобиля.....	7
1.2 Требования к конструкции фрикционного сцепления.....	8
1.3 Классификация конструкции сцепления автомобиля .....	9
1.4 Классификация стендов.....	12
2 Конструкторская часть.....	14
2.1 Тягово-динамический расчёт автомобиля Lada2170.....	14
3 Исследовательская часть.....	36
3.1 Стенд.....	36
3.2 Проверочный расчет конструкции испытательного стенда.....	38
3.3 Методы измерения напряжения в металле .....	43
3.4 Тарировка.....	46
3.5 Работа на стенде.....	49
4 Безопасность и экологичность проекта.....	60
4.1 Организационные мероприятия.....	60
4.2 Планировочные мероприятия.....	60
4.3 Технические мероприятия.....	61
4.4 Разработка и подбор средств индивидуальной защиты.....	61
4.5 Обеспечение электробезопасности на производственном участке, в рабочем цеху(классе).....	62
4.6 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке, рабочем месте.....	62

4.7 Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта.....	63
5 Эффективность проекта.....	64
5.1 Определение ожидаемой трудоемкости.....	64
5.2 Определение суммарной длительности НИР.....	67
5.3 Расчет сметы затрат на НИР.....	70
5.4. Расчет себестоимости изготовления стенда.....	73
5.5 Расчет амортизационных отчислений.....	76
5.6 Определение общих затрат.....	77
5.7. Анализ полученных показателей и выводы.....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	83

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время уделяется большое внимание к модернизации различных агрегатов, например, сцеплений, которые предназначены для передачи крутящего момента с двигателя на коробку передач.

Стенды для испытаний - совокупность объединений различных установок, предназначенные чтобы собирать и анализировать информацию, которая была снята, для испытательных систем.

Стенды для испытаний используют с целью узнать при каких максимальных нагрузках будет та или иная реакция испытуемого объекта. В ряде случаев, испытывают объекты на деформацию, перемещение, силу, вибрацию, максимальное давление и т.д.

Самым основным при приведении испытания на стенде является случай оценивания важных физических свойств данного объекта, зафиксировав другие значения, что допускает возможность определение скрытых недостатков у объекта испытательных систем.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Назначение сцепления автомобиля

Трансмиссия автомобиля — это совокупность агрегатов, узлов и механизмов, которые передают к ведущим колесам мощность двигателя и меняют ее параметры: частоту вращения, крутящий момент и направление вращения.

Повсеместно трансмиссия представляет из себя совокупность следующих механизмов: сцепление; коробку передач; карданную передачу; дифференциал, валы ведущих колес.

При зажигании, двигатель вращается все время, а колеса автомобиля - нет. Чтобы автомобиль мог остановиться, при этом не повредив двигатель, необходимо как-то отсоединить колеса от двигателя. Сцепление позволяет нам плавно присоединить двигатель к трансмиссии, управляя проскальзыванием между ними. И наоборот при остановки транспортного средства отсоединять трансмиссию, полной отжатой педалью сцепления. Так же, сцепление выполняет роль предохранителя для детали трансмиссии от значительных перегрузок и нагрузок инерционным моментом, который под воздействием резкого замедления вращения коленчатого вала вращающимися массами двигателя.

Пока сцепление включено, все вращается как единое целое. При нажатии педали сцепления узел сцепления отключается. Вал и ведомый диск сцепления вращается независимо от маховика.

По мере того как нажимать на педаль сцепления, поверхности трением с обеих сторон диска муфты начинают контактировать с поверхностями металла маховика и нажимного диска, тем самым двигатель передает крутящий момент.

## 1.2 Требования к конструкции фрикционного сцепления

«Сцепления на автомобилях по характеру передачи крутящего момента делятся на электромагнитные и фрикционные.

Работа фрикционного сцепления основана на использовании касательных сил трения, возникающих в зоне контакта ведущих и ведомых элементов при их относительном угловом смещении.» [1]

Должна обеспечивать:

1. Передачу максимального крутящего момента двигателя без пробуксовки при полностью включенном сцеплении;
2. Чистое включение, необходимое для полного отключения двигателя от трансмиссии;
3. Плавность включения для уменьшения динамических нагрузок трансмиссии и для плавного автомобиля с места;
4. Минимальный момент инерции ведомой части сцепления для уменьшения динамических нагрузок в зубчатых зацеплениях коробки передач и скорости изнашивания синхронизаторов при переключении передач;
5. Постоянство момента трения во включенном состоянии;
6. Эффективный отвод теплоты при буксовании;
7. Гашение высокочастотных колебаний, действующих на трансмиссию, в основном, со стороны двигателя;
8. Высокую долговечность и технологичность изготовления;
9. Малые габариты.



### 1.3 Классификация конструкции сцепления автомобиля

Сцепления классифицируют по:

1. по методу работы по виду связи между ведомыми и ведущими элементами на:

1.1 автоматическое

1.2 неавтоматическое (без усилителя, с усилителем)

2. по виду взаимодействия между ведущими и ведомыми объектами:

2.1 фрикционное

2.2 электромагнитное

2.3 гидравлическое

Фрикционные сцепления классифицируют:

- по классу привода с механическим, гидравлическим, смешанным;
- по средству создания нажимного усилия;
- по сфере работы на постоянно и не постоянно замкнутые;
- по форме элементов трения на специальные и дисковые.

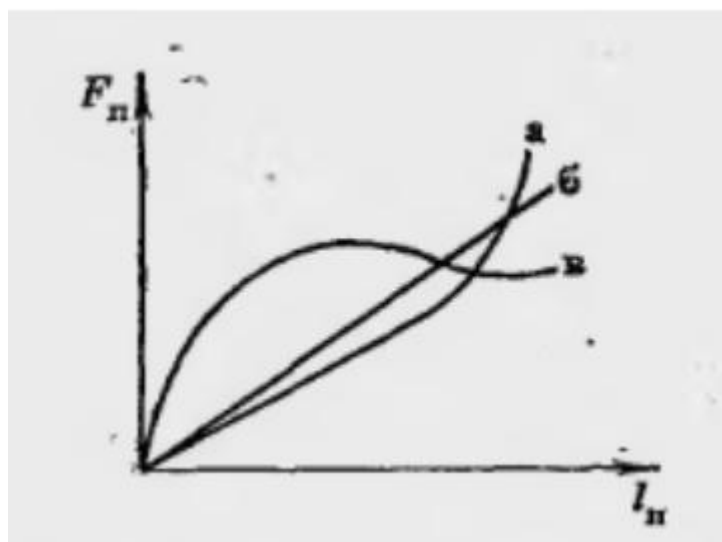
От типов нажимных пружин очень сильно меняется вид, конструкция и характеристики сцепления. Есть три типа пружин:

1. цилиндрические;

2. конические;

3. таральчетые.

Если сравнивать их характеристики, то они будут выглядеть как на рисунке 1.1.



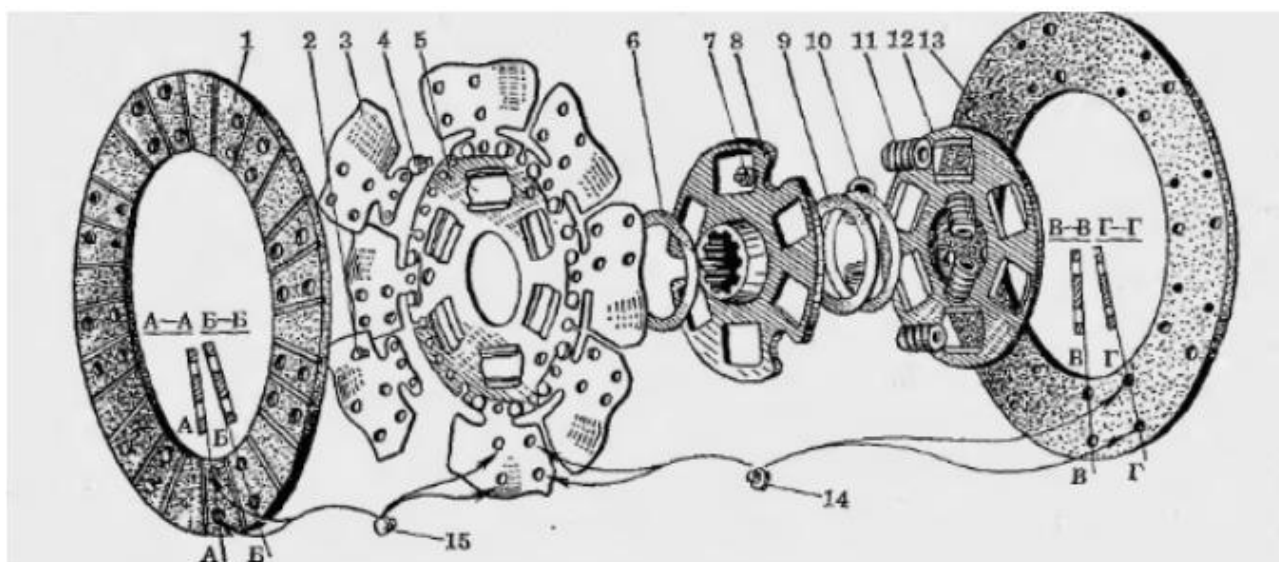
а – коническая; б – цилиндрическая; в - тарельчатая

Рисунок 1.1 - Характеристика нажимных пружин

«Ведущие диски сообщают крутящий момент двигателю ведомым дискам. Они выполняются массивными со спиральными или радиальными вентиляционными каналами и ребрами, для того чтобы обеспечить рассеивание и поглощение теплоты.» [11]

Ребра повышают жесткость нажимного диска и увеличивают теплопередачу.

«Ведомый диск сцепления находится на шлицах первичного вала коробки передач и собирается из стального диска толщиной 2...3 мм, шлицевой ступицы, фрикционных накладок и гасителя крутильных колебаний.» [1]



- 1,13 – фрикционные накладки; 2,4 – заклепки; 3 – пластичная пружина;  
 5,12 – диски; 6,9 – фрикционные шайбы; 7 – штифт; 8 – ступица  
 ведомого диска;  
 10 – регулировочная шайба; 11 – пружина; 14, 15 – заклепки крепления  
 фрикционных накладок

Рисунок 1.2 - Ведомый диск сцепления

На композитной основе трех типов делают фрикционные накладки сцеплений, такие как: «органические, металлосодержащие и керамические.

Требования фрикционных накладок:

- должны иметь большой и непоколебимый коэффициент трения;
- не схватываться с контактирующей поверхностью;
- износостойкость.

Ододисковые сухие сцепления ставятся на легковые авто и на грузовые автомобили с невысокой и средней грузоподъемностью. А для грузовых повышенной грузоподъемности используют двухдисковые сцепления. Бывают исключения, для упрощения конструкции ставят ододисковое сцепление, например: «Магирус-290». Многодисковые сцепления устанавливаются очень редко и исключительно на грузовиках повышенной грузоподъемности. [12]

## 1.4 Классификация стендов

Со времён создания автомобиля прошли столетия и методики, технологии изготовления сильно изменились. Сейчас почти невозможно диагностировать автомобили без специального оборудования, например, испытательные оборудования или диагностические стенды, из за обширной конструкции автомобиля.

Стенды обычно квалифицируют:

- «...Для бензиновых и дизельных двигателей. Для испытания топливной аппаратуры. Измерение мощностного баланса ДВС. Ресурсные испытания. Обкаточные. Универсальные, для применения более новых установок или систем присутствующих под капотом.» [13]
- Для испытания сцеплений. Испытание ведомого диска. Испытания нажимного диска. Фрикционных накладок. Испытания на долговечность. Разомкнутыми и замкнутыми потоками мощности;
- Для испытания коробок передач. Ресурсные испытания;
- Для испытание приводных валов;
- Для испытания элементов подвески. Пружин, амортизаторов, балок, салеи блоков, рулевых наконечников, шаровых опор, рычагов и. т. д;
- Для испытания тормозных систем

Стенд для определения различных свойств сцепления предназначен для проведения всего комплекса теоретических, практических и лабораторных занятий по изучению влияния конструктивных параметров сцепления, принципов и физических процессов, режимов. В ВУЗах недостаточно предоставления только теоретических знаний, студентам необходимо закрепить эти знания на практике, для более полного представления общей картины происходящего. Для устранения вышеуказанного недостатка

создаются стенды. Также стенды могут быть применены при проведении реальных испытаний на заводах и лабораториях.

В данной работе создается стенд и определяют характеристики демпфера сцепления.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля LADA 2170 (PRIORA)

Исходные данные для расчета:

Компоновочная схема автомобиля	Переднеприводный
Длина	4350мм
Ширина	1680мм
Высота	1420мм
Масса в снаряженном состоянии	1088кг
Шины	185/65 R14
Коэффициент сопротивления качению	0,012
Коэффициент аэродинамического сопротивления	0,32
Коэффициент уклона $i$	0,30
Максимальная скорость	180 км/ч.

#### 1. Расчёт исходных данных для тягового расчета

Полная масса автомобиля:

$$m_a = m_0 + m_{\text{ч}} n + m_{\text{б}} \quad (2.1)$$

где,

$m_a$  – снаряженная масса автомобиля

$m_0$  – снаряженная масса автомобиля

$m_{\text{ч}}$  – 75 кг масса человека

$n$  – число пассажиров, включая водителя

$m_{\text{б}}$  – вес багажа по 10 кг на 1 пассажира

$$m_a = 1088 + 75 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 1513 \text{ кг}$$

Нагрузка по осям

Нагрузка на заднюю ось 40%

Нагрузка на переднюю ось 60%

$$m_1 = 1513 \cdot 0,60 = 907,8 \text{ кг}$$

$$m_2 = 1513 \cdot 0,40 = 605,2 \text{ кг}$$

Подбор шин

$$r_{ст} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (2.2)$$

$$\frac{H}{B} = 0,65_{мм}$$

На дорогах с твердым покрытием  $r_{см} \approx r_{\partial} \approx r_{к}$

$$r_{см} = 0,5 \cdot 0,3556 + 0,65 \cdot 0,185 \cdot 0,65 = 0,276_{м}$$

Коэффициент обтекаемости

$$k = \frac{c_x \cdot \rho}{2} \quad (2.3)$$

$$\rho = 1,293$$

$$k = \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} = 0,21$$

Лобовая площадь

$$F = 0,8 \cdot B_{г} \cdot H_{г}$$

$$F = 0,8 \cdot 1,680 \cdot 1,420 = 1,9 \text{ м}^2$$

КПД трансмиссии автомобиля примем  $\eta_{тр} = 0,92$

Коэффициент сопротивления качению

$$f = f_0 \left( 1 + \frac{V^2}{2000} \right) \quad (2.4)$$

$$V = \frac{180 \cdot 1000}{3600} = 50 \text{ м/с}$$

$$f = 0,01 \left( 1 + \frac{50^2}{2000} \right) = 0,027$$

2. Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{max}}{V_{max}} \quad (2.5)$$

$$n_{max} = 5600 \text{ об мин}$$

$$\omega_{max} = \frac{5600 \cdot \pi}{30} = 586,43 \text{ рад с}$$

$$U_k = 0,78$$

$$U_0 = \frac{0,276}{0,78} \cdot \frac{586,43}{50} = 4,15$$

### 3. Расчет внешней скоростной характеристики

Мощность двигателя при максимальной скорости

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} G_a \cdot \psi_v \cdot V_{max} + \frac{c_x \cdot \rho}{2} \cdot F \cdot V_{max}^3 \quad (2.6)$$

$$G_a = m_a \cdot g$$

$$G_a = 1513 \cdot 9,81 = 14842,53 \text{ Н}$$

$$\psi_v = f$$

$$N_v = \frac{1}{0,92} 14842,53 \cdot 0,027 \cdot 50 + \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} \cdot 1,9 \cdot 50^3 =$$

$$= 75145 \text{ Вт}$$

Максимальная мощность двигателя

$$N_{max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \quad (2.7)$$

$$a = b = c = 1$$

$$\lambda = \frac{\omega_{max}}{\omega_N}$$

Принимаем  $\lambda = 1,15$

$$\omega_N = \frac{\omega_{max}}{\lambda}$$



$$\omega_N = \frac{586,43}{1,15} = 509,94 \text{ рад сек}$$

$$N_{max} = \frac{75145}{1 \cdot 1,15 + 1 \cdot 1,15^2 - 1 \cdot 1,15^3} = 78965 \text{ Вт}$$

Внешняя скоростная характеристика

$$N_e = N_{max} \left( a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \frac{\omega_e}{\omega_N}^2 - c \frac{\omega_e}{\omega_N}^3 \right) \quad (2.8)$$

«Для построения кривой эффективного момента двигателя применим формулу:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (2.9)$$

Выбрав 7 значений в диапазоне  $\omega_{min} \dots \omega_{max}$ , рассчитаем зависимости. Результаты расчётов сводим в таблицу.» [2]

Таблица 2.1 - Результаты

<b>n, об/мин</b>	<b>800</b>	<b>1600</b>	<b>2400</b>	<b>3200</b>	<b>4000</b>	<b>4800</b>	<b>5600</b>
w	83,78	167,55	251,33	335,1	418,88	502,66	586,43
Ne	14754,72	31669,19	48646,52	63582,11	74378,62	78932,97	75145,1
M	176,11	189,01	193,55	189,74	177,57	157,03	128,14

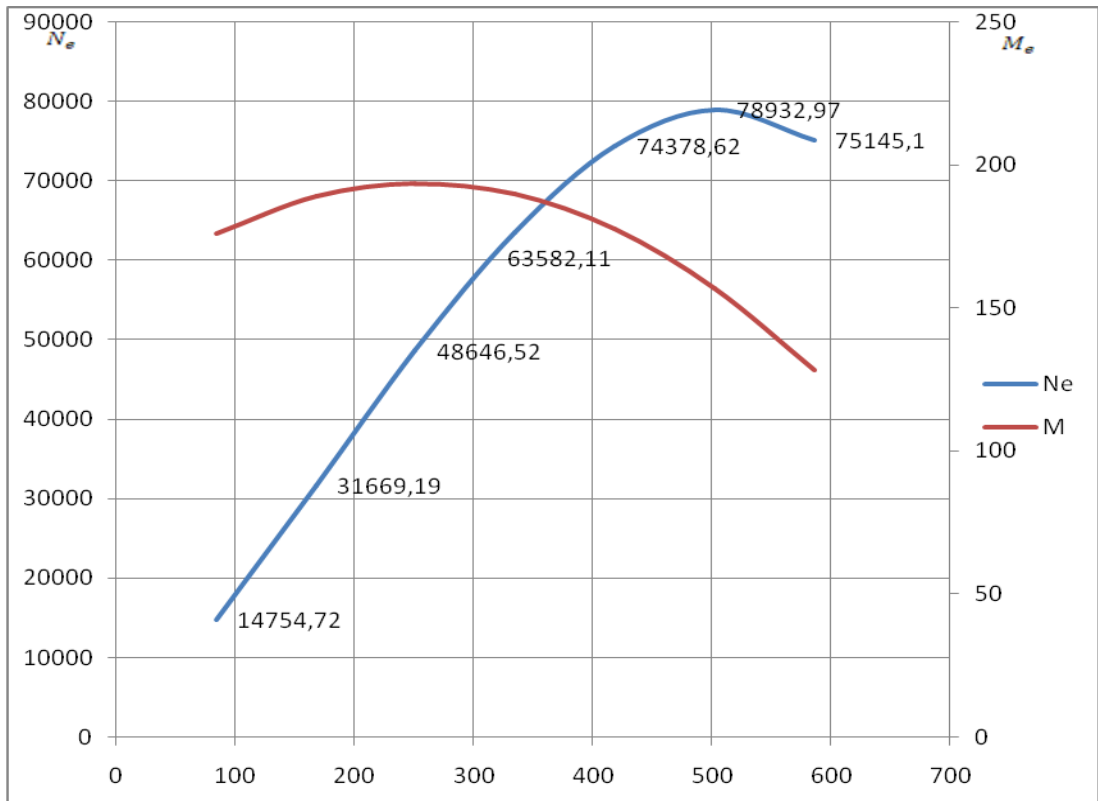


Рисунок 2.1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

#### 4. Определение передаточных чисел коробки передач

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{\max}, \quad \text{или } U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (2.10)$$

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \leq G_{\text{сц}} \cdot \varphi, \quad \text{или } U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (2.11)$$

$$G_{\text{сц}} = m_1 \cdot G_1 = 907,8 \cdot 9,81 = 8905,52$$

$$m_1 = 0,9$$

$$\varphi = 0,7$$

$$G_{\text{сц}} = 8905,52 \cdot 0,9 = 8014,97 \text{ Н}$$

$$U_1 \geq \frac{14842,53 \cdot (0,3 + 0,012) \cdot 0,276}{193,55 \cdot 0,92 \cdot 4,15} = 1,73$$

$$U_1 \leq \frac{8014,97 \cdot 0,7 \cdot 0,276}{193,55 \cdot 0,92 \cdot 4,15} = 2,1$$

Примем  $U_1 = 2,0$

$$U_2 = \sqrt[3]{U_1^2} = 1,59$$

$$U_3 = \sqrt[3]{U_1} = 1,28$$

$$U_4 = 1$$

$$U_5 = 0,78$$

$$U_{3X} = 1,2 \cdot U_1 = 2,4$$

Расчеты скорости автомобиля для каждой передачи

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_0 \cdot U_n}$$

Таблица 2.2 - Расчет скорости

н, об/мин	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
800	2,79	3,50	4,46	5,57	7,14
1600	5,57	7,01	8,91	11,14	14,29
2400	8,36	10,51	13,37	16,71	21,43
3200	11,14	14,02	17,83	22,29	28,57
4000	13,93	17,52	22,29	27,86	35,72
4800	16,71	21,03	26,74	33,43	42,86
5600	19,50	24,53	31,20	39,00	50,00

## 5. Тяговый баланс автомобиля

Уравнение тягового баланса

$$P_m = P_{\partial} + P_B + P_u \quad (2.13)$$

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{TP}}{r_k} \quad (2.14)$$

Сила тяги на ведущих колесах для каждой передачи

$$(2.15)$$

Сила сопротивления дороги

$$P_d = G_a \cdot \psi \quad (2.16)$$

$$\psi = i + f, \text{ т.е.}$$

$$\psi = i + f_0 \left( 1 + \frac{v^2}{2000} \right)$$

Сила сопротивления воздуха

$$P_B = \frac{c_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2}{2} \quad (2.17)$$

Рассчитаем тяговую силу на ведущих колесах автомобиля. Результаты расчетов сводим в таблицу.

Таблица 2.3 - Результаты расчетов

н, об/мин	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
1	2	3	4	5	6
800	4872	3874	3045	2436	1900
1600	5229	4157	3268	2615	2039
2400	5355	4257	3347	2677	2088
3200	5249	4173	3281	2625	2047

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
4000	4913	3906	3070	2456	1916
4800	4344	3454	2715	2172	1694
5600	3545	2818	2216	1773	1399

Рассчитываем силу сопротивления воздуха и силу дорожного сопротивления.

Таблица 2.4 - Сила сопротивления

n, об/мин	$P_{\text{в}}$	$P_{\text{д}}$	
800	20	178	198
1600	82	193	275
2400	183	223	406
3200	326	252	578
4000	509	297	806
4800	733	341	1074
5600	998	401	1399

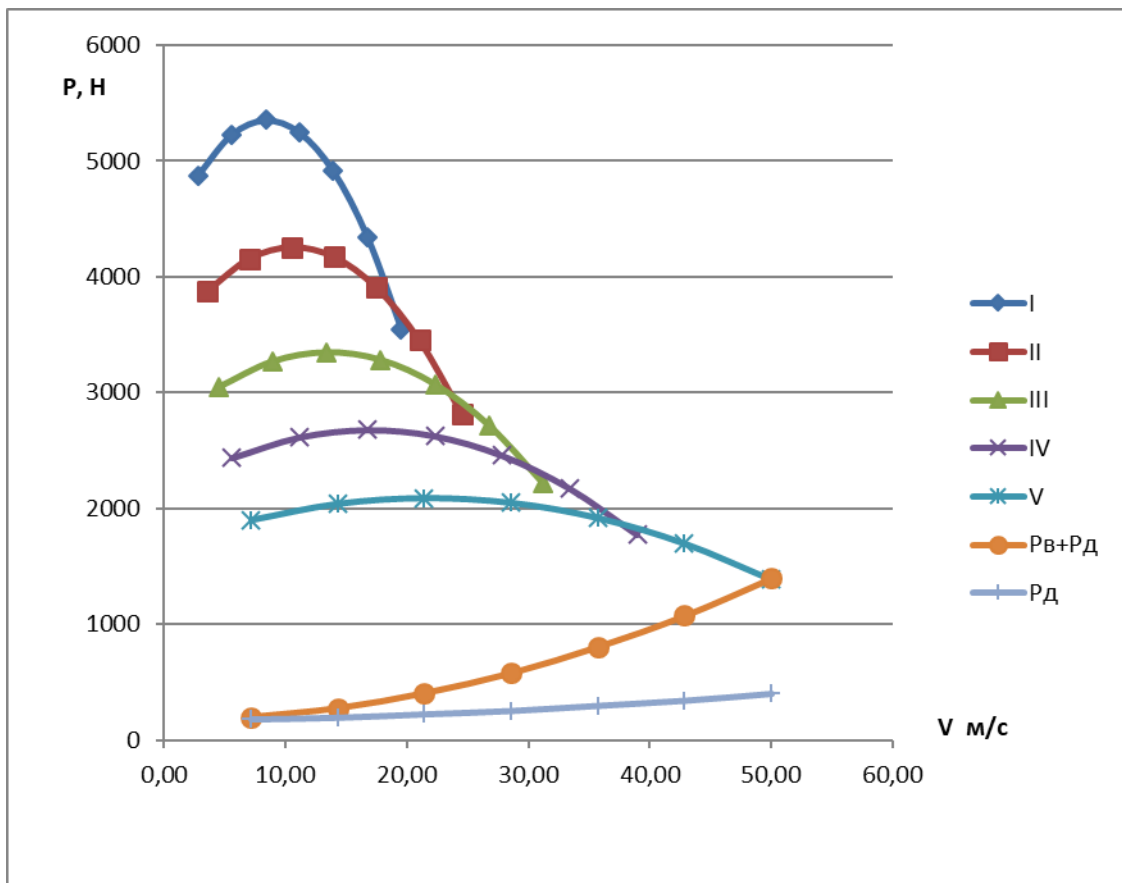


Рисунок 2.2 - Тяговый баланс автомобиля

Рассчитаем сопротивление воздуха на каждой передаче и результаты расчётов сведём в таблицу.

Таблица 2.5 – Результаты расчетов

<b>I</b>		<b>II</b>		<b>III</b>		<b>IV</b>		<b>V</b>	
$v, \text{ м с}$	$P_{\text{в}}$	$v, \text{ м с}$	$P_{\text{в}}$	$v, \text{ м с}$	$P_{\text{в}}$	$v, \text{ м с}$	$P_{\text{в}}$	$v, \text{ м с}$	$P_{\text{в}}$
2,79	3	3,50	5	4,46	8	5,57	12	7,14	20
5,57	12	7,01	20	8,91	32	11,14	50	14,29	82
8,36	28	10,51	44	13,37	71	16,71	111	21,43	183
11,14	50	14,02	78	17,83	127	22,29	198	28,57	326
13,93	77	17,52	122	22,29	198	27,86	310	35,72	509
16,71	111	21,03	176	26,74	285	33,43	446	42,86	733
19,50	152	24,53	240	31,20	388	39,00	607	50,00	998

6. «Динамическая характеристика автомобиля

Динамический фактор на соответствующей передаче.» [2]

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (2.17)$$

Рассчитаем динамический фактор на каждой передаче.

Таблица 2.6 - Динамический фактор

n, об/мин	I	II	III	IV	V
800	0,328	0,261	0,205	0,163	0,127
1600	0,351	0,279	0,218	0,173	0,132
2400	0,359	0,284	0,221	0,173	0,128
3200	0,350	0,276	0,212	0,163	0,116
4000	0,326	0,255	0,194	0,145	0,095
4800	0,285	0,221	0,164	0,116	0,065
5600	0,229	0,174	0,123	0,079	0,026

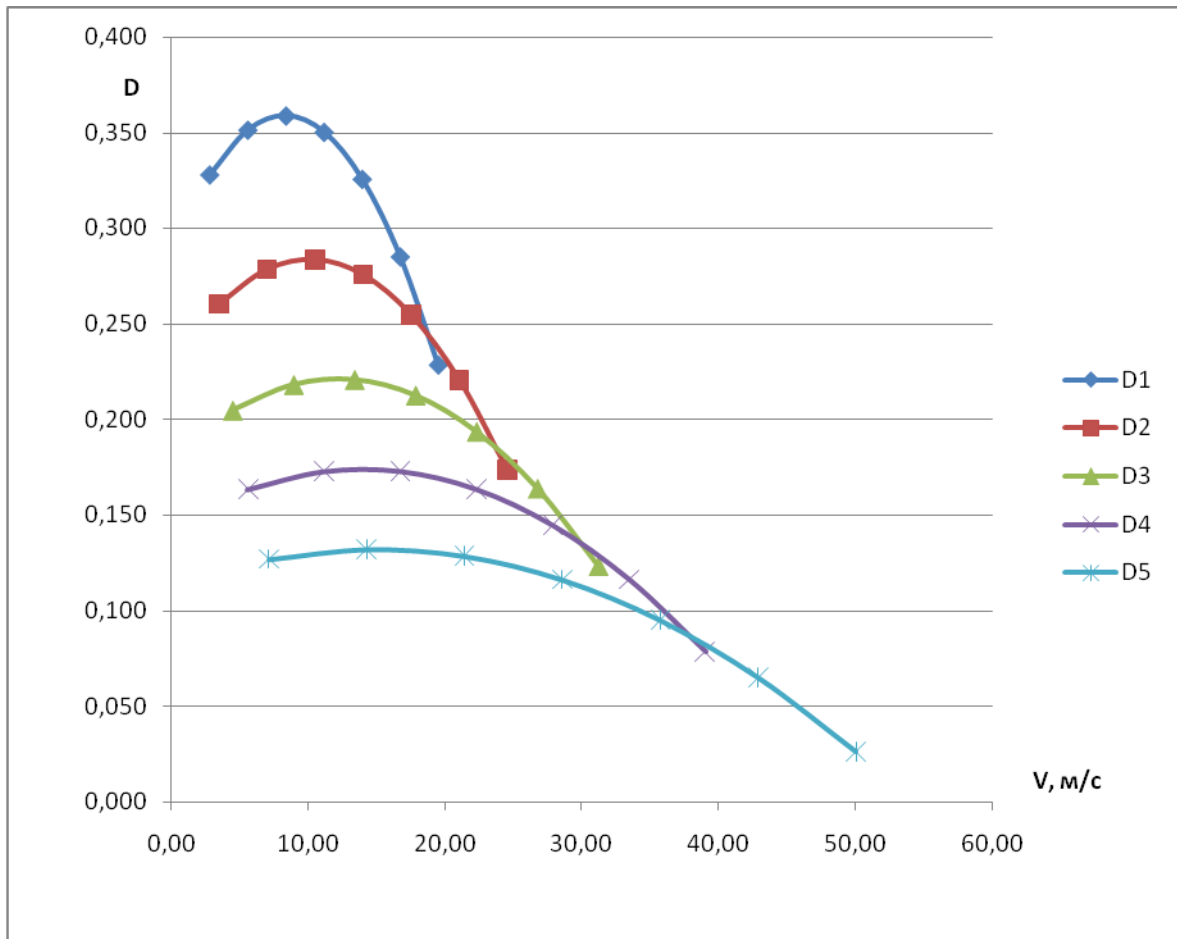


Рисунок 2.3 - Динамический фактор

## 7. Разгон автомобиля

Ускорение

$$J = \frac{D - f \cdot g}{\delta_{вр}} \quad (2.18)$$

Коэффициент учета вращающихся масс:

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{I_M \cdot \eta_{тр} \cdot U_{тр}^2 + I_K \cdot g}{G_a \cdot r_k^2} \quad (2.19)$$

$U_{тр} = U_0 \cdot U_K$  — передаточное число трансмиссии

Коэффициент вращающихся масс:

$$\delta_{вр} = 1 + \delta_1 + \delta_2 \cdot U_K^2 \quad (2.20)$$

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,04$$



Рассчитаем коэффициент вращающихся масс на каждой передаче

Таблица 2.7 – Коэффициент вращающихся масс

<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
1,20	1,14	1,10	1,08	1,06

Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче

$$f = f_0 \left( 1 + \frac{v^2}{2000} \right)$$

$$f_0 = 0,012$$

Таблица 2.8 – Коэффициент сопротивления качению

n, об/мин	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
800	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
1600	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
2400	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015
3200	0,013	0,013	0,014	0,015	0,017
4000	0,013	0,014	0,015	0,017	0,020
4800	0,014	0,015	0,016	0,019	0,023
5600	0,014	0,016	0,018	0,021	0,027

Рассчитаем ускорения автомобиля на каждой передаче, а результаты сведем в таблицу.

Таблица 2.9 – Ускорения автомобиля

п, об/мин	I	II	III	IV	V
800	2,58	2,14	1,71	1,37	1,05
1600	2,77	2,29	1,83	1,45	1,09
2400	2,83	2,33	1,85	1,45	1,05
3200	2,76	2,26	1,77	1,35	0,91
4000	2,56	2,07	1,59	1,16	0,69
4800	2,22	1,77	1,31	0,89	0,38
5600	1,75	1,36	0,94	0,52	0,16

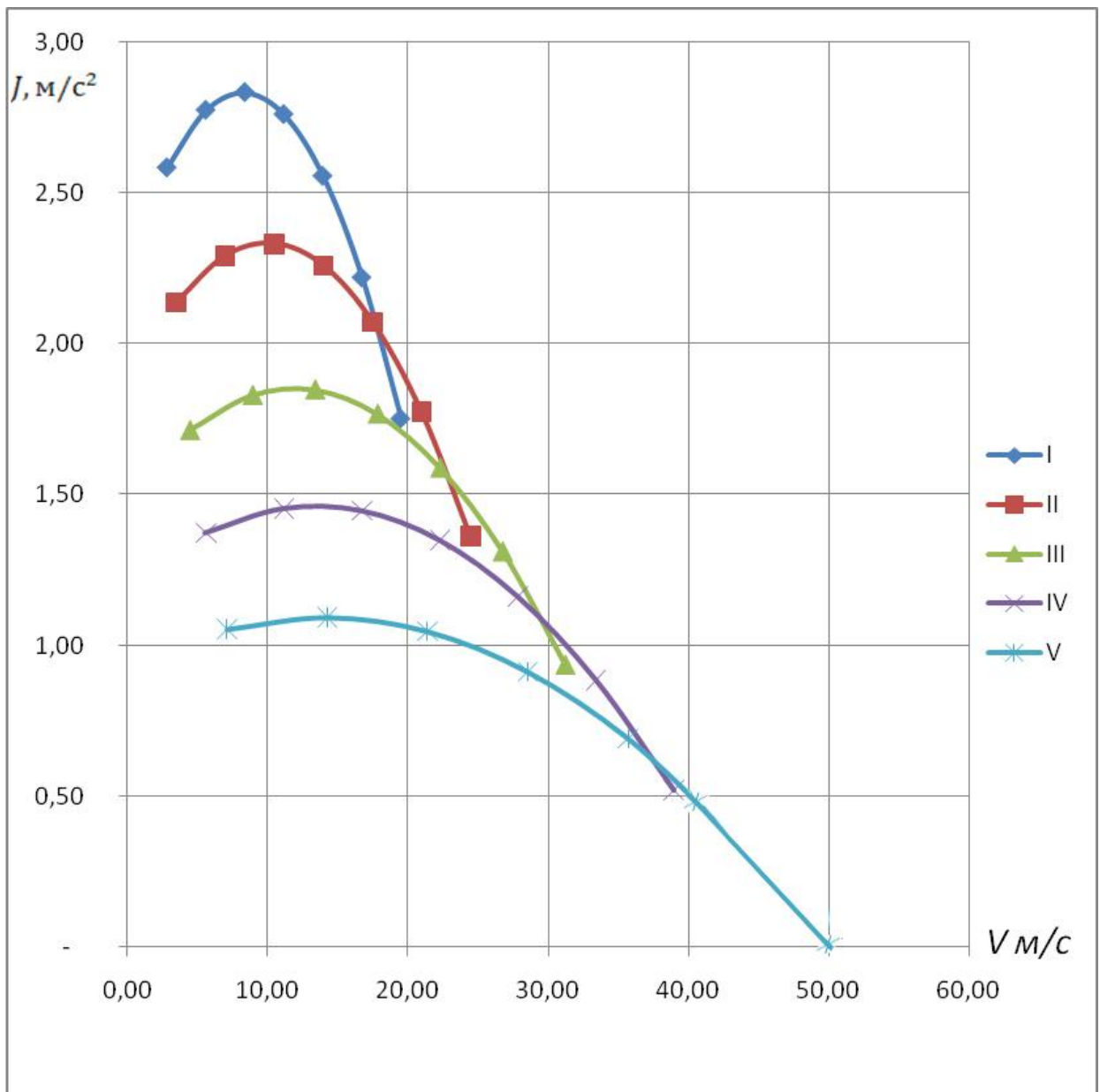


Рисунок 2.4 - Ускорения автомобиля

Рассчитаем обратные ускорения

$$V=(0,8\dots0,9)V_{\max}.$$

Таблица 2.10 – Обратные ускорения

n, об/мин	I	II	III	IV	V
800	0,39	0,47	0,58	0,73	0,95
1600	0,36	0,44	0,55	0,69	0,91
2400	0,35	0,43	0,54	0,69	0,95
3200	0,36	0,44	0,57	0,74	1,10
4000	0,39	0,48	0,63	0,86	1,44
4800	0,45	0,56	0,76	1,13	2,60
5600	0,57	0,74	1,07	1,92	5,00

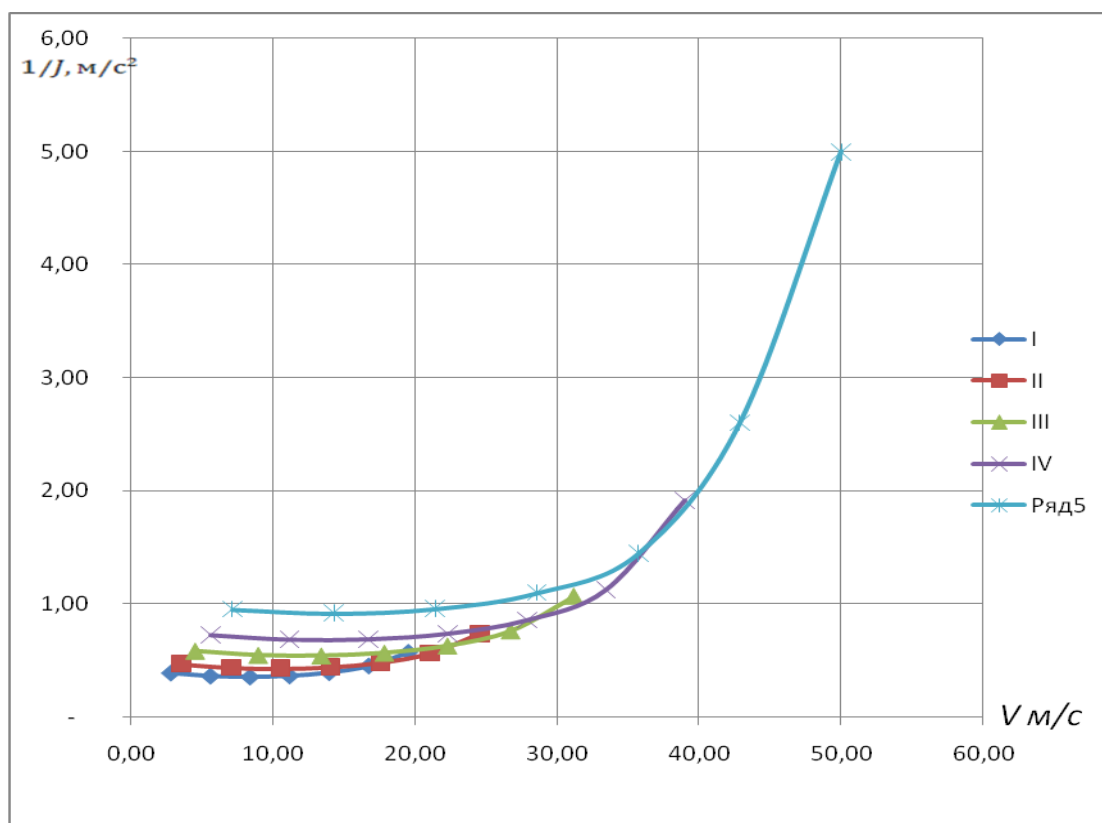


Рисунок 2.5 - Обратные ускорения автомобиля

## 8. Время и путь разгона автомобиля

$$v_{\text{мин}} = 2,79 \text{ м с}$$

$$v_{\text{макс}} = 50 \text{ м с}$$

$$50 - 2,79 = 47,21$$

$$47,21/8 = 5,90$$

Определим из графика обратных ускорений величину  $1 J$

$$t = 0,35 \cdot 5,90 = 2,07 \text{ c}$$

$$t = 0,3 \cdot 5,90 + 2,07 = 3,84 \text{ c}$$

$$t = 0,45 \cdot 5,90 + 3,84 = 6,49 \text{ c}$$

$$t = 0,7 \cdot 5,90 + 6,49 = 10,62 \text{ c}$$

$$t = 1,1 \cdot 5,90 + 10,62 = 17,11 \text{ c}$$

$$t = 1,8 \cdot 5,90 + 17,11 = 27,74 \text{ c}$$

$$t = 2,95 \cdot 5,90 + 27,74 = 45,14 \text{ c}$$

$$t = 5 \cdot 5,90 + 45,14 = 74,65 \text{ c}$$

Таблица 2.11 – Время разгона

Диапазон скоростей, м/с	Время, с	
0 - 8,69	2,07	0,35
0 - 14,59	3,84	0,3
0 - 20,49	6,49	0,45
0 - 26,40	10,62	0,7
0 - 32,30	17,11	1,1
0 - 38,20	27,74	1,8
0 - 44,10	45,14	2,95
0 - 50,00	74,65	5

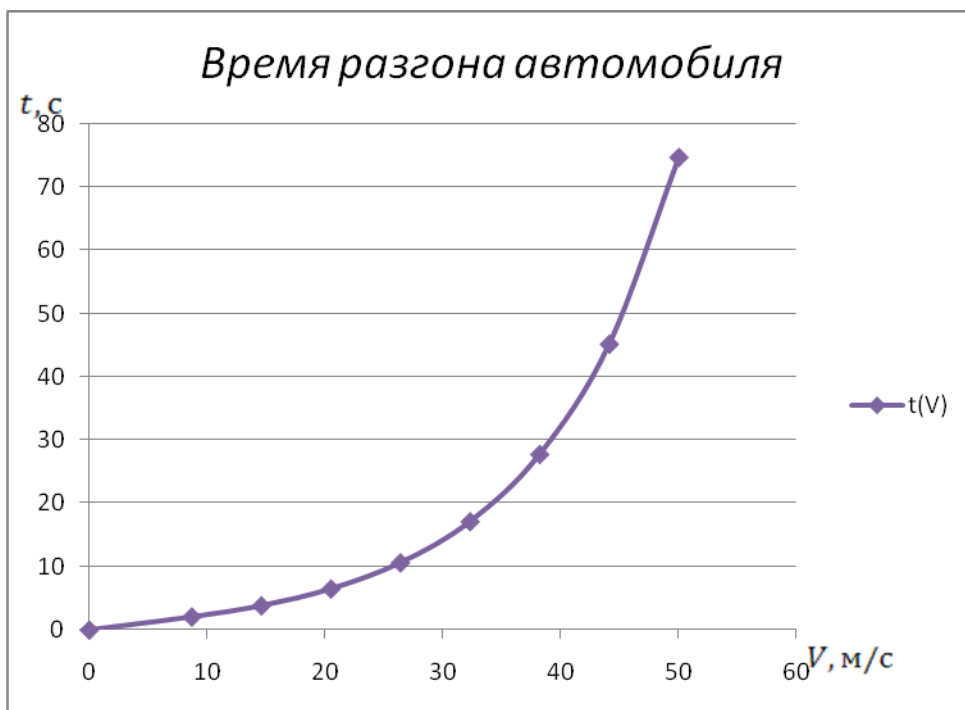


Рисунок 2.6 – Время разгона автомобиля

$$v_{cp} = \frac{8,69}{2} = 4,35 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(14,59 - 8,69)}{2} + 8,69 = 11,64 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(20,49 - 14,59)}{2} + 14,59 = 17,54 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(26,40 - 20,49)}{2} + 20,49 = 23,44 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(32,30 - 26,40)}{2} + 26,40 = 29,35 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(38,20 - 32,30)}{2} + 32,30 = 35,25 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(44,10 - 38,20)}{2} + 38,20 = 41,15 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(50,0 - 44,10)}{2} + 44,10 = 47,05 \text{ м/с}$$

$t$  возьмем из таблицы

$$S = v_{cp} \cdot \Delta t$$

$$S_1 = 4,35 \cdot 2,07 = 9 \text{ м}$$

$$S_2 = 11,64 \cdot 3,84 - 2,07 + 9 = 29,6 \text{ м}$$

$$S_3 = 17,54 \cdot (6,49 - 3,84) + 29,6 = 76,1 \text{ м}$$

$$S_4 = 23,44 \cdot (10,62 - 6,49) + 76,1 = 172,9 \text{ м}$$

$$S_5 = 29,35 \cdot (17,11 - 10,62) + 172,9 = 363,4 \text{ м}$$

$$S_6 = 35,25 \cdot (27,74 - 17,11) + 363,4 = 738,1 \text{ м}$$

$$S_7 = 41,15 \cdot (45,14 - 27,74) + 738,1 = 1454,1 \text{ м}$$

$$S_8 = 47,05 \cdot (74,65 - 45,14) + 1454,1 = 2842,5 \text{ м}$$

Таблица 2.12 – Путь разгона автомобиля

	S, м	Время, с
0 - 8,69	9	2,07
0 - 14,59	29,6	3,84
0 - 20,49	76,1	6,49
0 - 26,40	172,9	10,62
0 - 32,30	363,4	17,11
0 - 38,20	738,1	27,74
0 - 44,10	1454,1	45,14
0 - 50,00	2842,5	74,65

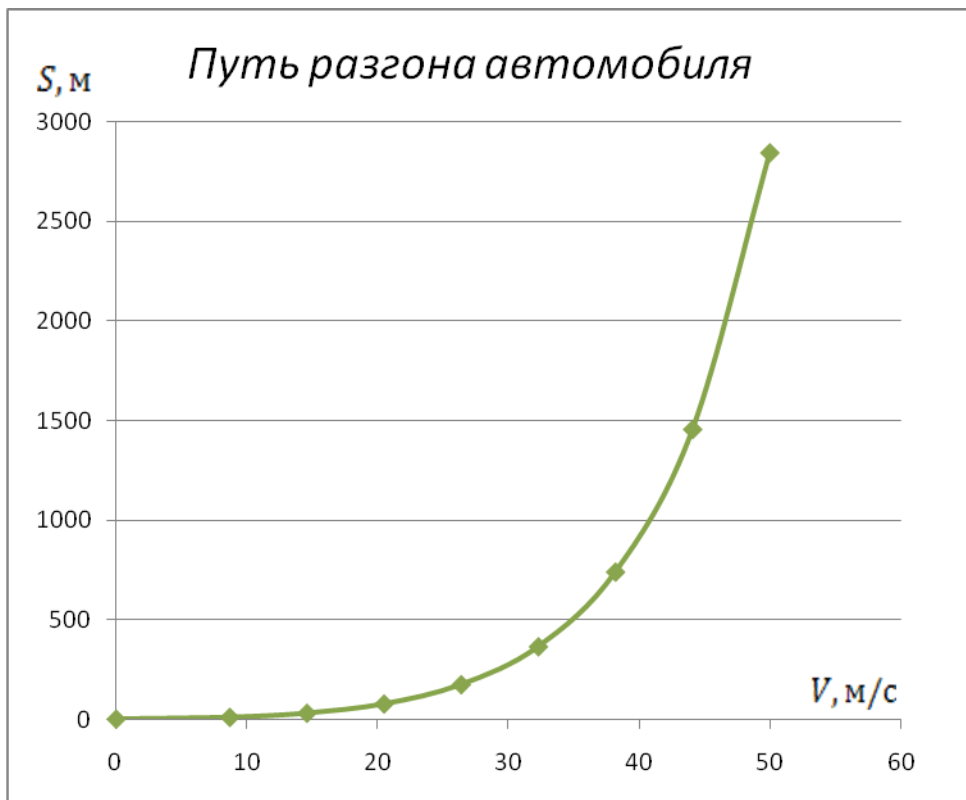


Рисунок 2.7 – Путь разгона автомобиля

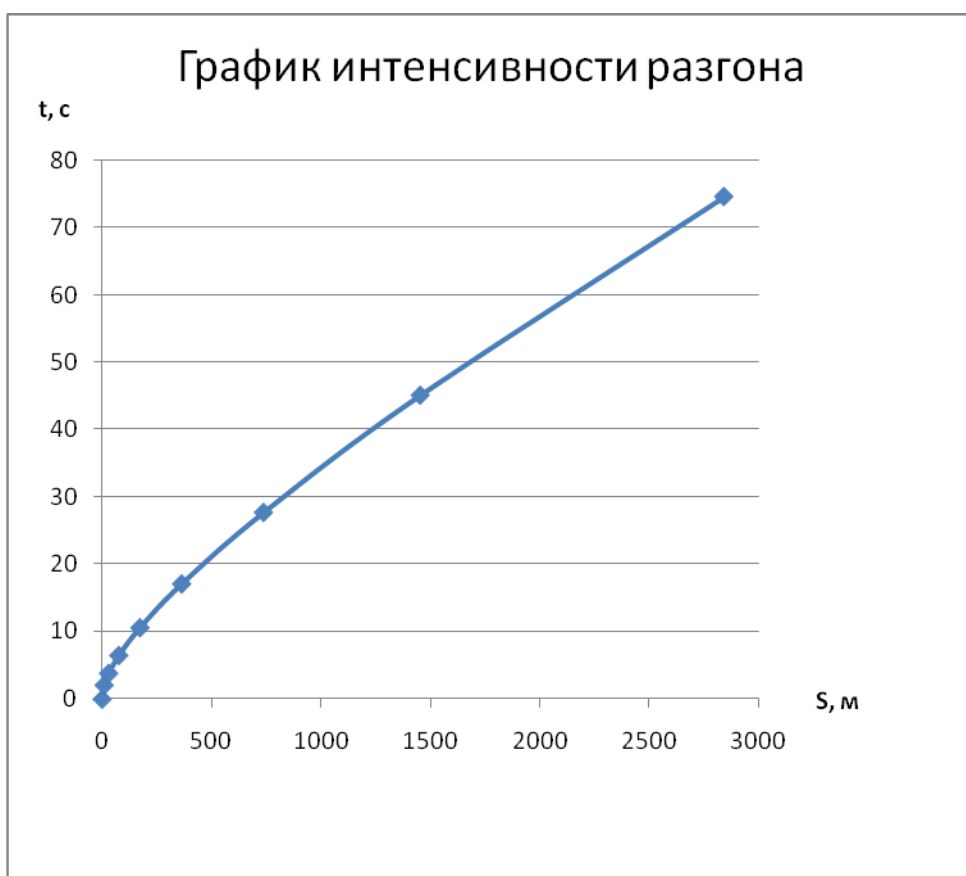


Рисунок 2.8 – График интенсивности разгона



## 9. Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса

$$N_T = N_e - N_{TP} = N_f + N_{\Pi} + N_B + N_{И} \quad (2.21)$$

$$N_f = P_f \cdot V$$

$$N_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot V$$

$$N_B = P_B \cdot V$$

$$N_{И} = P_{И} \cdot V$$

$$N_{д} = P_{д} \cdot V = N_f + N_{\Pi}$$

Таблица 2.13 – Мощностной баланс

$v, м с$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
$N_e, кВт$	14754,72	31669,19	48646,52	63582,1 1	74378,62	78932, 97	75145,1
$N_m, кВт$	13574,34	29135,65	44754,80	58495,5 4	68428,33	72618, 33	69133,4 9
$N_e, кВт$	142,87	1171,45	3921,59	9314,48	18179,16	31415, 55	49901,4 4
$N_{\delta}, кВт$	1272,32	2756,48	4771,05	7209,29	10602,13	14631, 16	20038,0 8
$N_e + N_{\delta}$	1415,18	3927,94	8692,64	16523,7 7	28781,29	46046, 71	69939,5 2
$(N_e + N_{\delta}) / N_m$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01

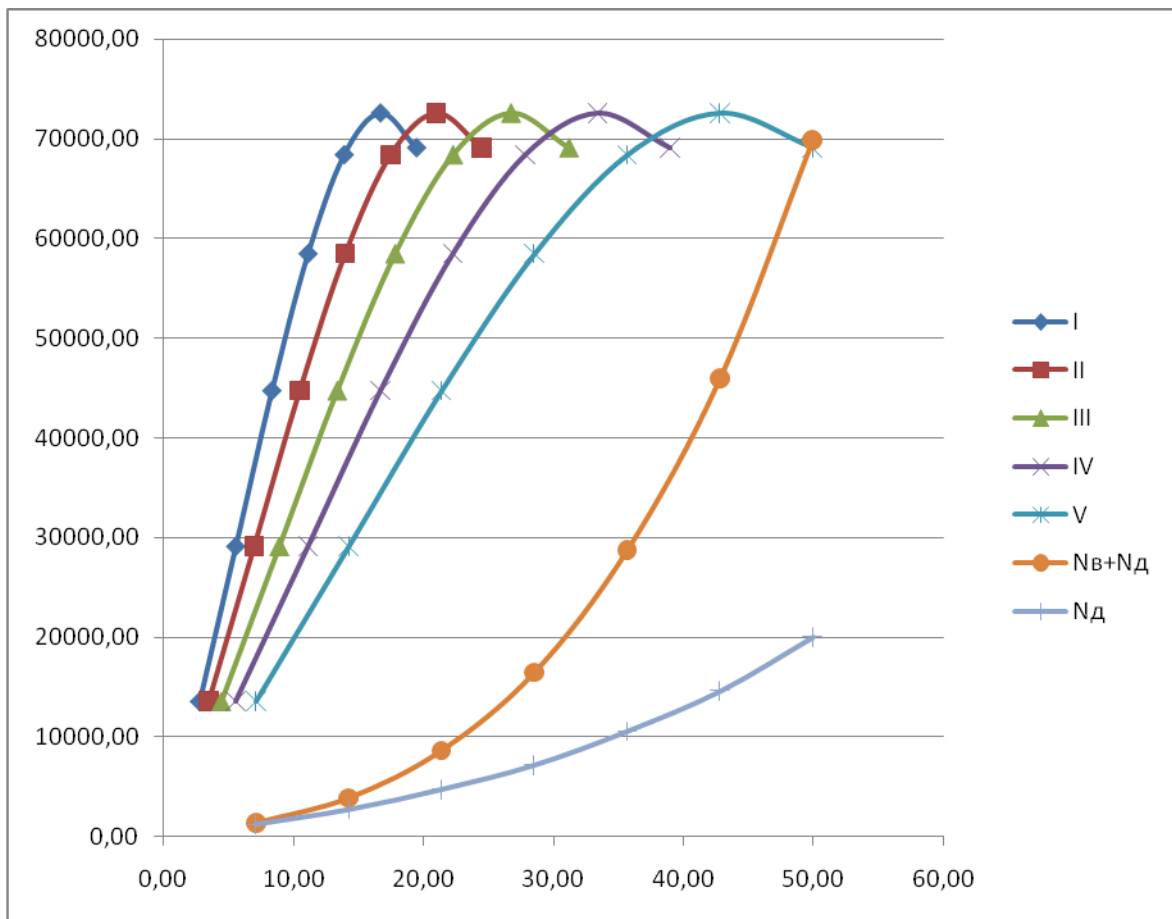


Рисунок 2.9 - Мощностной баланс автомобиля

## 10. Топливо-экономическая характеристика

$$q_{\text{п}} = \frac{k_{\text{ск}} \cdot k_{\text{и}} \cdot P_{\text{д}} + P_{\text{и}} \cdot g_{\text{emin}} \cdot 1,1}{36000 \cdot \rho_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{тр}}} \quad (2.22)$$

« $g_{\text{emin}}$  минимальный эффективный расход топлива

Принимаем равным 340 г/кВт ч

$\rho_{\text{т}}$  - плотность топлива

Принимаем равной 0,72 кг/л

Коэффициенты  $k_{\text{ск}}$  и  $k_{\text{и}}$  определяем по графикам.» [2]

Таблица 2.14 – Топливоно-экономическая характеристика автомобиля

$V, \text{ м/с}$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
$\frac{\omega_e}{\omega_N}$	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,15
$k_{ск}$	1,12	1,03	0,99	0,97	0,96	1,01	1,11
$(N_B+N_D)/N_m$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01
$k_{и}$	2,50	2,45	2,00	1,55	1,25	0,95	1,00
$q_{п}$	8,70	10,88	12,60	13,64	15,17	16,17	24,35



Рисунок 2.10 – Топливоно-экономическая характеристика автомобиля

### 3 Исследовательская часть

#### 3.1 Стенд

Для определения характеристик сцепления легкового автомобиля разработан и создан стенд, и он представляет собой (Рисунок 3.1)

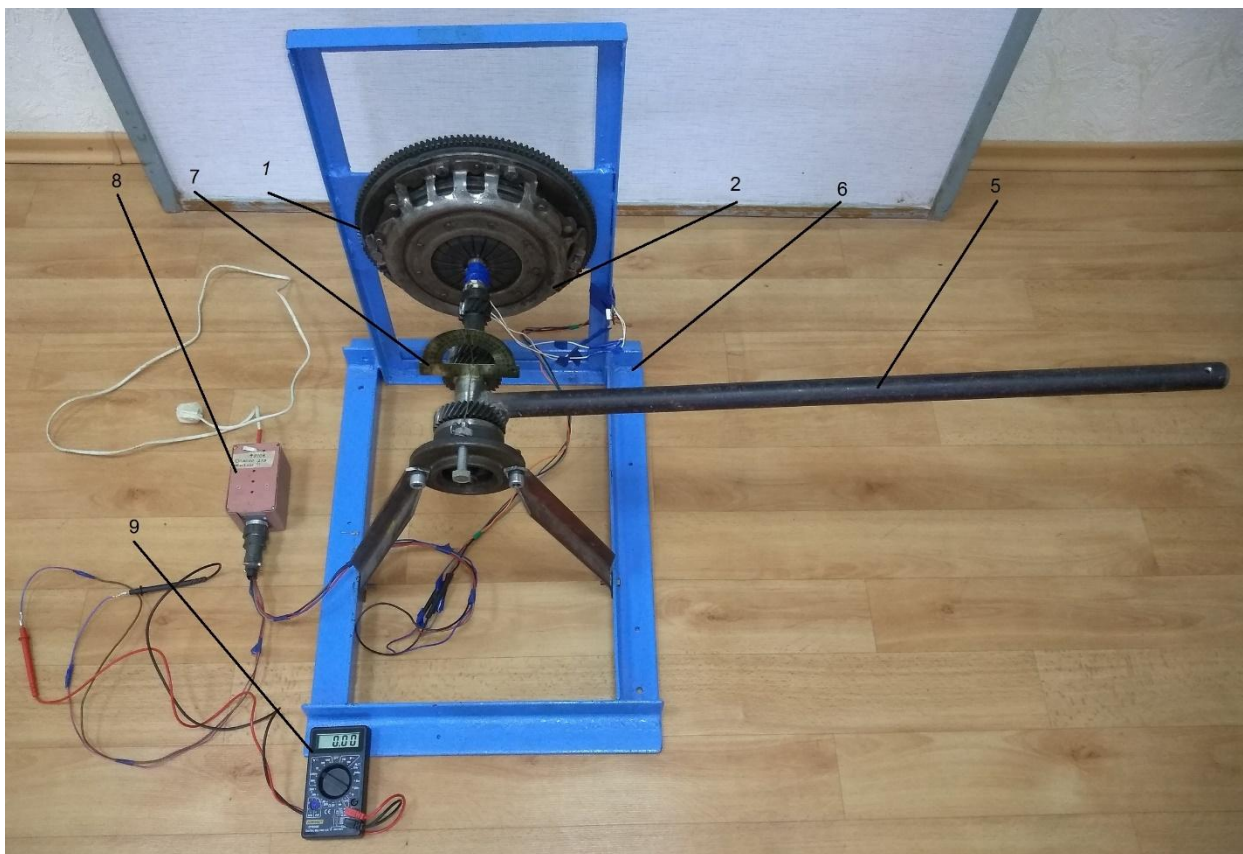


Рисунок 3.1 - Общий вид стенда (прямо)

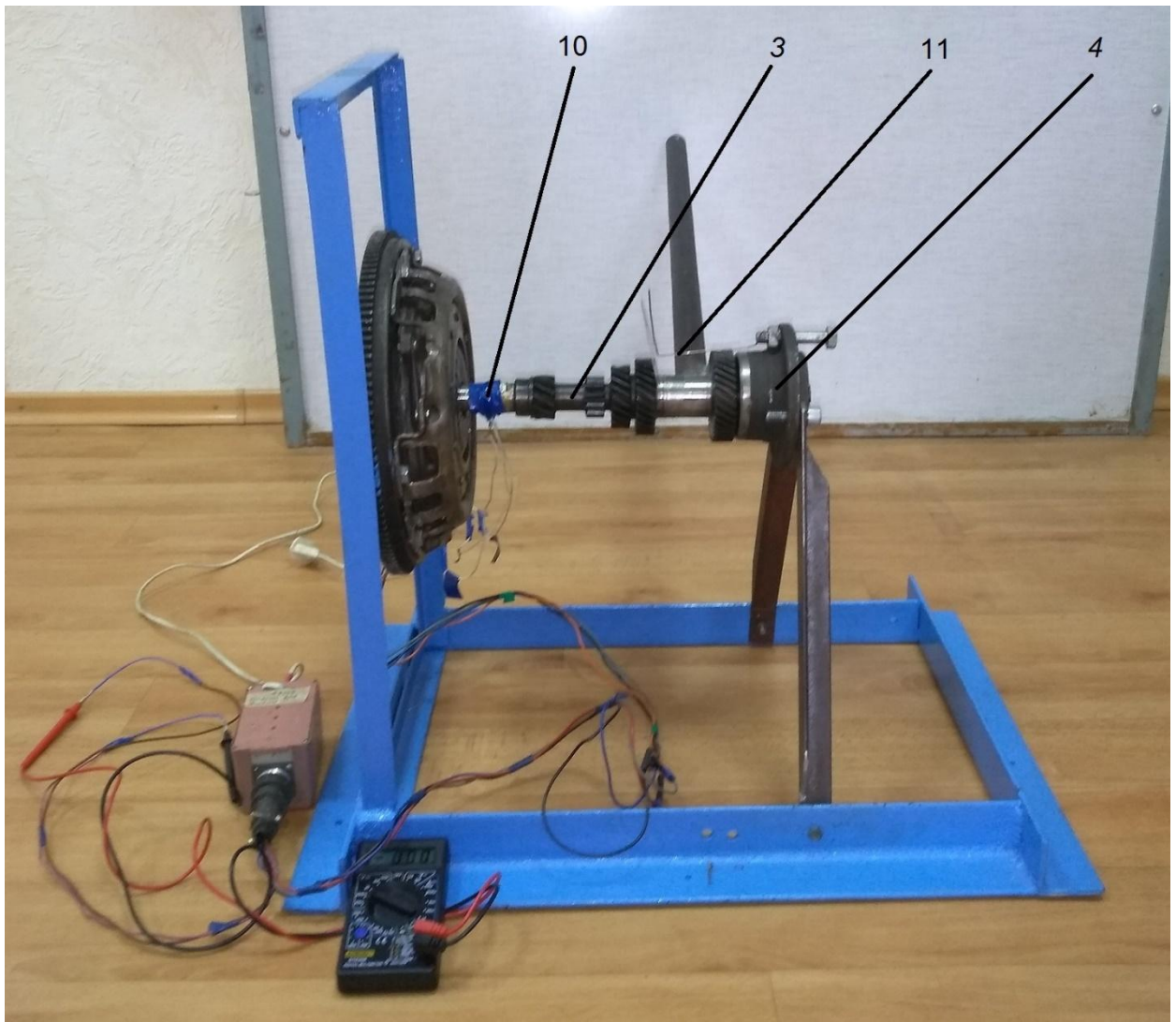


Рисунок 3.2 – Общий вид стенда (слева)

Стенд состоит из:

1 - Маховик; 2 - сцепление в сборе; 3 - первичный вал КПП; 4 - ступица в сборе; 5 - рычаг; 6 - рама в сборе; 7- транспортер; 8 – усилитель; 9 – мультиметр; 10 - тензодатчики; 11 - измерительная стрелка.

Изготовленный стенд представляет собой раму 6, на которой установлено: маховик 1 со сцеплением в сборе 2, первичный вал коробки передач 3, ступица в сборе 4, рычаг 5. На первичный вал 3 наклеены тензометрические датчики, соединенные в мостовую схему и через усилитель 8 сигнал передается на мультиметр 9. Ведомый диск сцепления закручивается моментом через первичный вал с помощью рычага 5. Угол закрутки ведомого диска измеряется транспортером 7 с помощью измерительной стрелки 11.

### 3.2 Проверочный расчет конструкции испытательного стенда

При анализе конструкции стенда видно, что основную нагрузку при испытаниях воспринимают крепежные болты маховика, ступица, сварочное соединение вала коробки передач и поперечного рычага. Поэтому в данном разделе будет представлен расчет выше указанных болтовых соединений на срез и смятие, и расчет на прочность сварного шва вала с рычагом.

Исходные данные:

$T_c$  – момент сцепления ведомого диска сцепления с маховиком;

$$T_c = 193,55 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

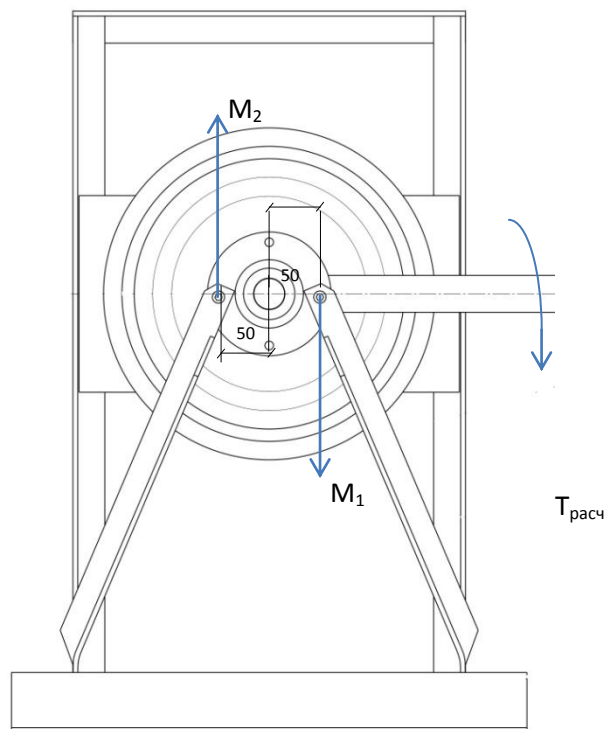
$K$  – коэффициент запаса ;

$$K = 1,25;$$

$T_{\text{расч}}$  – расчетный момент сцепления;

$$T_{\text{расч}} = T_c \cdot K = 193,55 \cdot 1,25 = 241,94 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (2.23)$$

Расчет болтовых соединений M10 на срез и смятие:



$$\tau_{cp} = \frac{M}{z \cdot m \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2} \quad (2.24)$$

$$\sigma_{cm} = \frac{M}{z \cdot d \cdot \delta} \quad (2.25)$$

где  $M$  – общая нагрузка соединения;

$z$  – число болтов, передающих усилие  $M$ ;

$m$  – число плоскостей среза одного болта;

$d$  – расчетный диаметр болта, равный диаметру отверстия под болт;

$\delta$  – наименьшая суммарная толщина элементов, сдвигаемых в одном направлении (толщина уголка);

$$M = T_{расч} / L \quad (2.26)$$

где  $L$  – радиус расположения отверстия на ступице;

$$L = 50 \text{ мм} = 0,05 \text{ м.}$$

$$M = 241,94 / 0,05 = 4840 \text{ Н}$$

$$z = 2; \quad d = 11 \text{ мм} = 0,011 \text{ м.}$$

$$m = 2; \quad \delta = 4 \text{ мм} = 0,004 \text{ м.}$$

$$\tau_{cp} = \frac{4840}{2 \cdot 2 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 0,011^2} = 12,73 \times 10^6 \text{ Па}$$

$$\tau_{cp} = 12,73 \text{ МПа} < \tau_{cp} = 50 \text{ МПа}$$

Условие выполняется

$$\sigma_{см} = \frac{4840}{2 \cdot 0,011 \cdot 0,004} = 5,5 \times 10^7 \text{ Па}$$

$$\sigma_{см} = 55 \text{ МПа} < \sigma_{см} = 120 \text{ МПа}$$

Условие выполняется

Расчет болтовых соединений М8 на срез и смятие:

$$\tau_{ср} = \frac{M}{z \cdot m \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2} \quad (2.27)$$

$$\sigma_{см} = \frac{M}{z \cdot d \cdot \delta} \quad (2.28)$$

где  $M$  – общая нагрузка соединения;

$z$  – число болтов, передающих усилие  $M$ ;

$m$  – число плоскостей среза одного болта;

$d$  – расчетный диаметр болта, равный диаметру отверстия под болт;

$\delta$  – наименьшая суммарная толщина элементов, сдвигаемых в одном направлении (толщина задней пластины);

$$M = T_{\text{расч}} / L$$

где  $L$  – радиус расположения отверстия на маховике;

$$L = 30 \text{ мм} = 0,03 \text{ м.}$$

$$M = 241,94 / 0,03 = 8045 \text{ Н}$$



$$z = 6; \quad d = 9 \text{ мм} = 0,009 \text{ м.}$$

$$m = 2; \quad \delta = 4 \text{ мм} = 0,004 \text{ м.}$$

$$\tau_{cp} = \frac{8045}{6 \cdot 2 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 0,009^2} = 10,54 \times 10^6 \text{ Па}$$

$$\tau_{cp} = 10,54 \text{ МПа} < \tau_{cp} = 35 \text{ МПа}$$

Условие выполняется

$$\sigma_{cm} = \frac{8045}{6 \cdot 0,009 \cdot 0,004} = 37,25 \times 10^6 \text{ Па}$$

$$\sigma_{cm} = 37,25 \text{ МПа} < \sigma_{cm} = 90 \text{ МПа}$$

Условие выполняется

Расчет прочности сварного шва вала с рычагом под действием изгибающего момента:

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad (2.28)$$

где  $M$  – изгибающий момент;

$W$  – объем сварного шва;

$$W = \frac{S \cdot h^2}{6} \quad (2.29)$$

где  $S$  – толщина привариваемой детали (толщина трубы);

$h$  – длина сварного шва;

$$M = T_{\text{расч}} = 241,94 \text{ Н·м}$$

$$S = 4\text{мм} = 0,004\text{м.}$$

$$h = 2 \cdot \pi \cdot R$$

где  $R$  – радиус привариваемой трубы;

$$R = 15\text{мм} = 0,015\text{м.}$$

$$h = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,015 = 0,09 \text{ м}$$

$$W = \frac{0,004 \cdot 0,09^2}{6} = 5,41 \times 10^{-5} \text{ м}^3$$

$$\sigma = \frac{241,94}{5,41 \times 10^{-5}} = 4,5 \times 10^6 \text{ Па}$$

$$\sigma = 4,5 \text{ МПа} < \sigma = 18 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется

Расчет касательного напряжения в сварном шве вала с рычагом под действием изгибающего момента:

$$\tau = \frac{M}{W} \quad (2.30)$$

где  $M$  – изгибающий момент;

$W$  – объем сварного шва;

$$W = \frac{0,7 \cdot K \cdot h^2}{6} \quad (2.31)$$

где  $K$  – катет сварного шва;

$h$  – длина сварного шва;

$$M = T_{\text{расч}} = 241,94 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$K = 4 \text{ мм} = 0,004 \text{ м.}$$

$$W = \frac{0,7 \cdot 0,004 \cdot 0,09^2}{6} = 3,78 \times 10^{-5} \text{ м}^3$$

$$\tau = \frac{241,94}{3,78 \times 10^{-5}} = 6,4 \times 10^6 \text{ Па}$$

$$\tau = 6,4 \text{ МПа} < \tau = 14 \text{ Мпа}$$

Условие прочности выполняется

Вывод: приведенные расчеты проектной конструкции испытательного стенда удовлетворяют всем прочностным требованиям.

### **3.3 Методы измерения напряжения в металле**

#### **3.3.1 Метод хрупких покрытий**

Существует метод измерения напряжения в металле.

«Для максимально точной оценки распределения напряжений и в отдельных случаях приближенного определения основных напряжений на большой поверхности используют метод хрупких покрытий. Самым наипростейшим хрупким покрытием является канифоль. Чувствительность данного покрытия примерно равна 40-60 мПа. Есть еще другое покрытие, еще более чувствительное, но и более сложное по составу представляет собой резинат бария, в свою очередь которую наносят в виде раствора на максимально очищенную и подготовленную поверхность, подобное покрытие, применяют за рубежом, называется стресскот.» [4]

Для нанесения покрытия первым делом очищают поверхность от грязи, ржавчины, пыли и обязательно обезжиривают растворителем. Для того что бы трещины стали более выражены, наносят слой вещества повышенной отражательной способности. Если поверхность предварительно нагревают, то

покрытие наносят в виде расплава, иначе покрытие не пристанет к ней. Толщина слоя должна составлять около 0,1-0,2мм. С повышением температуры и влажности воздуха увеличивается пластичность покрытия и порог чувствительности.

Сильный упадок температуры вызывает саморастрескивание хрупкого покрытия. Самым лучшим интервалом температур для покрытия с канифолью «...является 17-23 градуса, если многократно использовать канифоль, то ее необходимо подогреть. В заводских лабораториях лучше всего использовать хрупкое покрытие из чистой канифоли. Особоспециальных условий для работы с канифолью не требуется, но только нужно соблюдать все требования пожарной безопасности, связанных с плавлением канифоли и нагревом деталей. Однако, вследствие высокого порога чувствительности, в детали необходимо создавать большие напряжения.

Метод хрупких покрытий служит для исследований напряженности различных деталей машин. Для обнаружения дополнительных трещин целесообразно осторожно поглаживать слой лака мягкой кисточкой. После всех исследований подводятся итоги, они же результаты исследования (фотографии, зарисовки), и по ним составляют схемы распределения главных напряжений по поверхности кузова, определяют места концентрации напряжений и выбирают направления и места установки тензорезисторов.» [9]

### 3.3.2 Тензодатчики

Различают три вида тензодатчиков:

- А) Проволочные
- Б) Фольговые
- В) Полупроводниковые

Принцип измерения усилий с помощью тензодатчика заключается в том, что последний испытывает вместе с деталью, на которую он наклеен, деформации, изменяя соответственно свое электрическое сопротивление.

Таким образом тензодатчик измеряет относительную деформацию поверхности детали создавая тем или иным способом деформацию «тензодатчика, можно измерить значение нагрузки, вызвавшей деформацию. Так тензодатчик используют не только для измерения напряжения на поверхности детали, но и для измерения нагрузки, приложенной к детали в виде растягивающей, сжимающей или изгибающей силы, а также в виде изгибающего или крутящего момента.» [4]

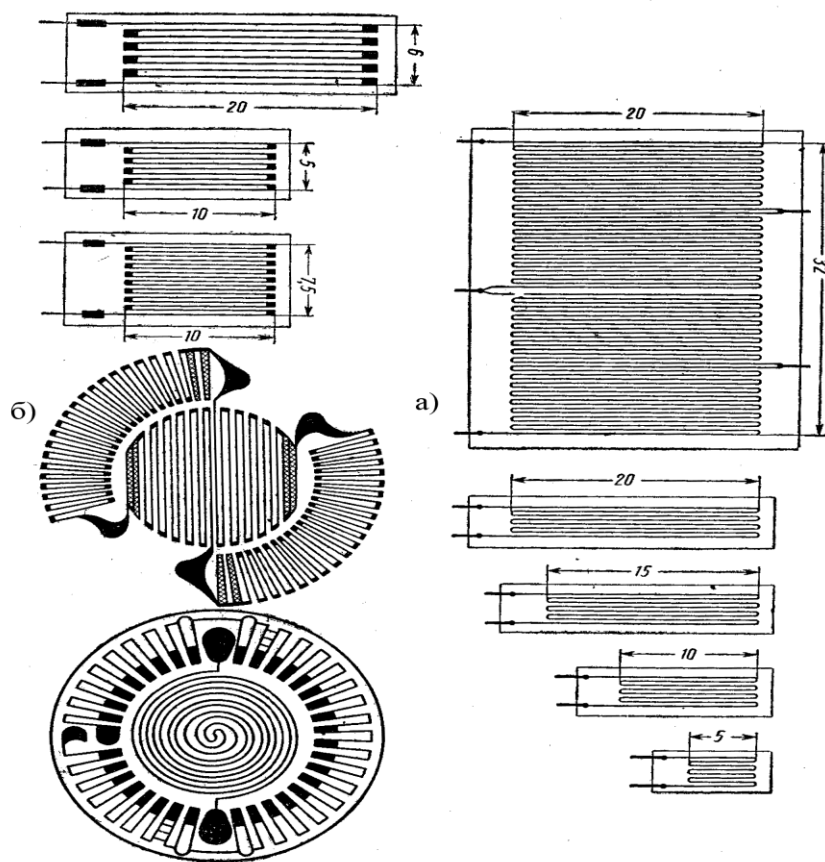


Рис. 3.3 - а) проволочные, б) фольговые.

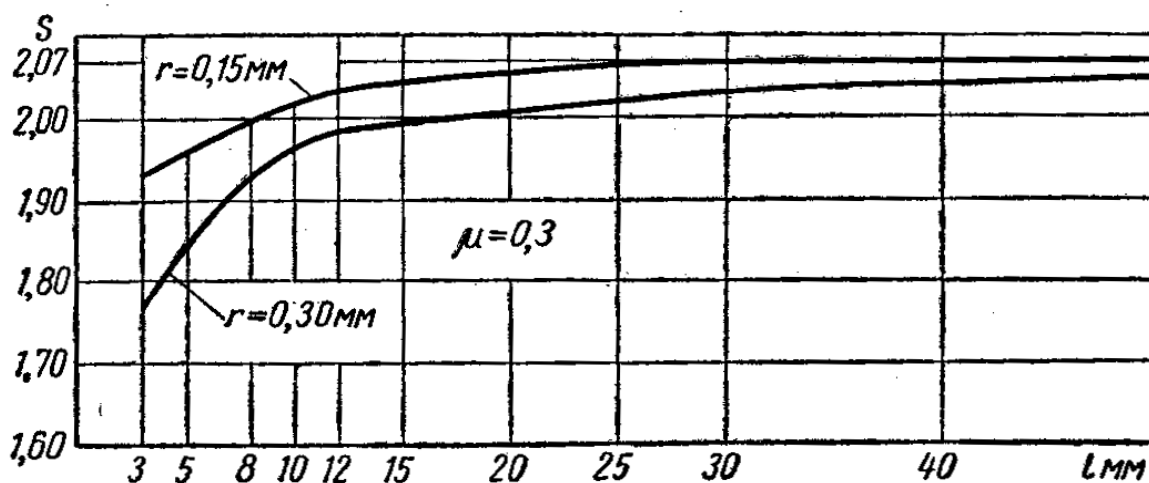


Рис. 3.4 – зависимость проволочного тензодатчика

«На рис. 3.4 приведены кривые зависимости чувствительности проволочного тензодатчика сопротивления, изготовленного из константана, от длины  $l$  базы при различных значениях радиуса  $r$  к решетке тензодатчика. Концы каждой петли решетки выполняют более широкими, что уменьшает чувствительность тензодатчика к поперечным деформациям. Условия охлаждения фольгового тензодатчика лучше, чем проволочного, так как поверхность соприкосновения с деталью больше, а расстояние от поверхности меньше. Тензодатчикам из фольги легко придать любую требуемую форму.» [4]

На стенде на первичном валу наклеены четыре тензодатчика, два чувствительных резистора, приклеены под  $45^\circ$  на вал, симметрично.

### 3.4 Тарировка

Перед испытаниями проведена тарировка стенда с помощью динамометра, установленного на расстоянии 0.7 м от центра рычага, и мультиметра, соединённого через усилитель к тензодатчикам, которые приклеены на первичном вале КП.

- динамометр и взаимодействуем его с рычагом под  $90$  градусов;

- включаем мультиметр, переключатель на значение напряжения DCV 20;
- воздействуя на манометр с рычагом силой, измеряемо динамометром снимаем для нескольких значений силы показания на мультиметре;

Таблица 3.1 - данные при талировании

Нагружение первичного вала по часовой стрелке		Нагружение первичного вала против часовой стрелке	
F, н	U,DCV 20	m, кг	U,DCV20
0	0	0	0
1	-0,01	1	0,01
2	-0,02	2	0,01
3	-0,02	3	0,02
4	-0,03	4	0,02
5	-0,03	5	0,03
6	-0,04	6	0,03
7	-0,04	7	0,04
8	-0,05	8	0,04
9	-0,05	9	0,05
10	-0,06	10	0,05

- переводим силу в момент по формуле ( $M=F *L$ );

Таблица 3.2 - расчет момента

Рычаг вниз		Рычаг вверх	
М, Н*м	U, DCV 20	М, Н*м	U, DCV 20
0	0	0	0
7,15	0,01	-7,15	0
14,3	0,02	-14,3	-0,01
21,46	0,02	-21,46	-0,02
50,08	0,04	-50,08	-0,04
28,62	0,03	-28,62	-0,02
37,77	0,03	-37,77	-0,03
42,92	0,04	-42,92	-0,03
57,23	0,05	-57,23	-0,04
64,39	0,05	-64,39	-0,05
71,54	0,06	-71,54	-0,05

- строим тарировочный график зависимости крутящего момента и напряжения мультиметра.



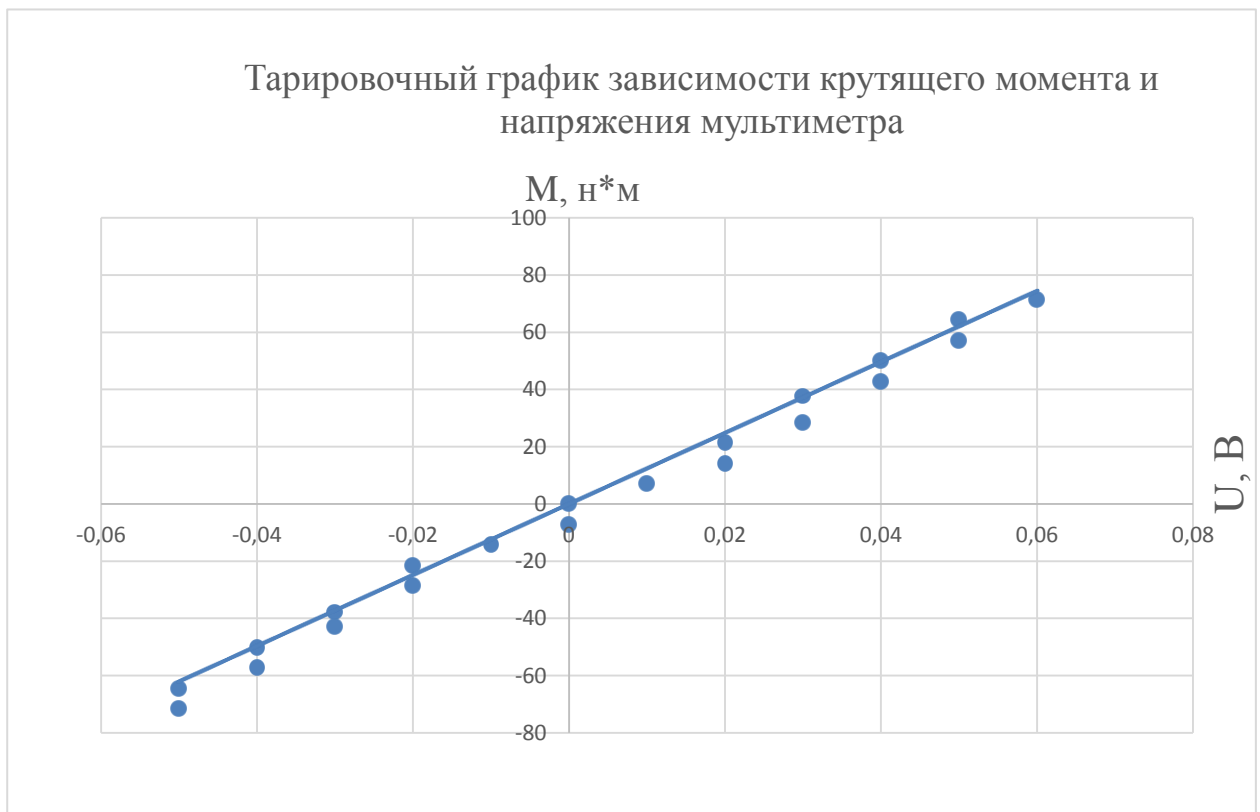


Рис. 3.5 – Тарировочный график зависимости крутящего момента и напряжения мультиметра

- посчитаем коэффициент тарировки

$$\beta = \frac{M}{U}$$

$$\beta = \frac{40}{0,03} = 1333.33 \text{ н * м В}$$

### 3.5 Работа на стенде

После тарирования снимаются характеристика демпфера сцепления. В данном дипломном проекте на стенде тестируются три ведомых диска сцепления, первое - для сцепления классической компоновки автомобиля ВАЗ 2105, второе переднеприводного автомобиля ВАЗ 2109, и третье тоже для переднеприводного автомобиля ВАЗ 2110.

Рассмотрим работу с первым диском:

1. На стенде установлен ведомый диск сцепления заднеприводного автомобиля ВАЗ 2105.
2. Подключается усилитель к тензодатчикам, и включается в сеть.
3. Присоединяется мультиметр к усилителю чтобы снимать на нем значения напряжения DCV 20.
4. Воздействуем на рычаг вниз (по часовой стрелке), медленно снимая показания на транспортуре через каждый 1 градус и на мультиметре – соответствующим им напряжении.
5. Затем снимаем показания мультиметра и транспортира при разгрузке пружин демпфера сцепления.
6. Повторяем опыт пунктов 4, 5 как минимум 3 раза.
7. Воздействуем на рычаг вверх (против часовой стрелке), медленно снимая показания на транспортуре через каждый 1 градус и на мультиметре – соответствующим им напряжении.
8. Затем снимаем показания мультиметра и транспортира при разгрузке пружин демпфера сцепления.
9. Повторяем пункт 7, 8 как минимум 3 раза.
10. Сводим полученные данные в таблицы 3.5 и 3.6.

Таблица 3.3 - Снятые данные для диска сцепления ВАЗ 2105 (рычаг вниз)

	1 опыт		2 опыт		3 опыт	
°	DCV 20, В					
1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0,01	0,01	0	0,01	0,01

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
2	0,01	0,02	0,03	0	0,02	0,02
3	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04
4	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05
5	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
6	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07
7	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
8	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
9	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
10	0,1	0,09	0,1	0,09	0,1	0,1

Таблица 3.4 - Снятые данные для диска сцепления ВАЗ 2105 (рычаг вверх)

	1 опыт		2 опыт		3 опыт	
°	DCV 20					
1	2	3	4	5	6	7
0	-0,01	0	0	0	0	0
-1	-0,02	0	0	0	-0,01	0
-2	-0,03	-0,03	0	0	-0,01	0
-3	-0,02	0	0	0	-0,01	-0,01
-4	-0,03	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01
-5	-0,04	-0,01	-0,02	-0,02	-0,03	-0,02

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7
-6	-0,05	-0,02	-0,03	-0,03	-0,04	-0,03
-7	-0,03	-0,03	-0,04	-0,03	-0,04	-0,03
-8	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,05	-0,04
-9	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
-10	-0,06	-0,06	-0,06	-0,05	-0,06	-0,06

По коэффициенту тарировки посчитаем момент и построим график момента прилагаемого к ведомому диску от угла закрутки.

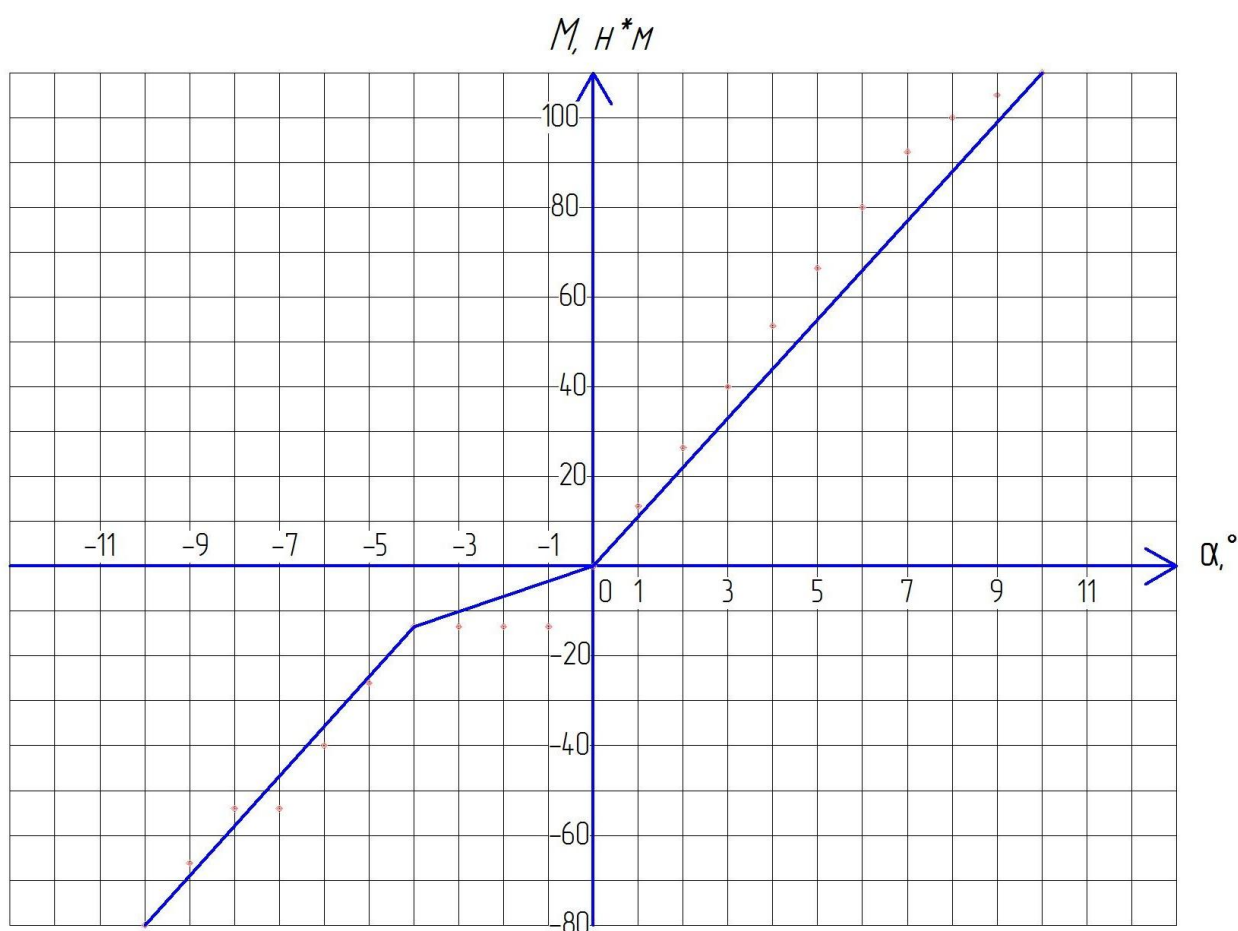


Рисунок 3.6 – График зависимости момента прилагаемого к ведомому диску от угла закрутки

Рассмотрим работу со вторым диском:

1. На стенде установлен ведомый диск сцепления переднеприводного автомобиля ВАЗ 2109.
2. Подключается усилитель к тензодатчикам, и включается в сеть.
3. Присоединяется мультиметр к усилителю чтобы снимать на нем значения напряжения DCV 20.
4. Воздействуем на рычаг вниз (по часовой стрелке), медленно снимая показания на транспортёре через каждый 1 градус и на мультиметре – соответствующим им напряжением.
5. Затем снимаем показания мультиметра и транспортёра при разгрузке пружин демпфера сцепления.
6. Повторяем опыт пунктов 4, 5 как минимум 3 раза.
7. Воздействуем на рычаг вверх (против часовой стрелке), медленно снимая показания на транспортёре через каждый 1 градус и на мультиметре – соответствующим им напряжением.
8. Затем снимаем показания мультиметра и транспортёра при разгрузке пружин демпфера сцепления.
9. Повторяем пункт 7, 8 как минимум 3 раза.
10. Сводим полученные данные в таблицы 3.7 и 3.8.

Таблица 3.5 - Снятые данные для диска сцепления ВАЗ 2109 (рычаг вниз)

	Опыт 1		Опыт 2		Опыт 3	
°	DCV 20					
1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4	5	6	7
1	0,02	0,03	0,01	0	0,01	0,01
2	0,03	0,04	0,03	0	0,02	0,02
3	0,04	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04
4	0,05	0,06	0,04	0,03	0,04	0,05
5	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
6	0,08	0,08	0,06	0,05	0,06	0,07
7	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08
8	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
9	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09
10	0,12	0,11	0,1	0,09	0,1	0,1

Таблица 3.6 - Снятые данные для диска сцепления ВАЗ 2109 (рычаг вверх)

	1 опыт		2 опыт		3 опыт	
°	DCV 20					
1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0
-1	-0,02	0	0	0	-0,01	0
-2	-0,03	0	0	0	-0,01	0
-3	-0,02	0	0	0	-0,01	-0,01

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4	5	6	7
-4	-0,03	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01
-5	-0,04	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,02
-6	-0,05	-0,03	-0,03	-0,03	-0,04	-0,03
-7	-0,03	-0,03	-0,04	-0,03	-0,04	-0,03
-8	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,05	-0,04
-9	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
-10	-0,06	-0,06	-0,06	-0,05	-0,06	-0,06

По коэффициенту тарировки посчитаем момент и построим график момента прилагаемого к ведомому диску от угла закрутки.

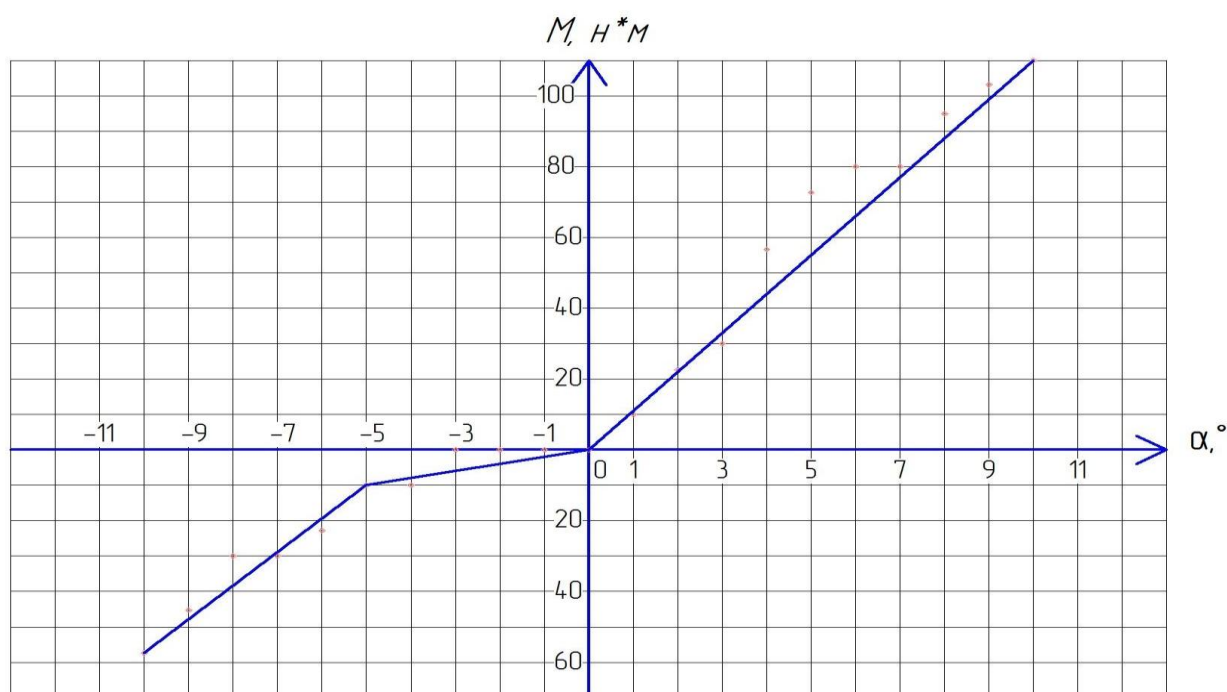


Рисунок 3.7 – График зависимости момента прилагаемого к ведомому диску от угла закрутки (ВАЗ 2109)

Рассмотрим работу с третьим диском:

1. На стенде установлен ведомый диск сцепления переднеприводного автомобиля ВАЗ 2110;
2. Подключается усилитель к тензодатчикам, и включается в сеть.
3. Присоединяется мультиметр к усилителю чтобы снимать на нем значения напряжения DCV 20.
4. Воздействуем на рычаг вниз (по часовой стрелке), медленно снимая показания на транспорте через каждый 1 градус и на мультиметре – соответствующим им напряжением.
5. Затем снимаем показания мультиметра и транспорта при разгрузке пружин демпфера сцепления.
6. Повторяем опыт пунктов 4, 5 как минимум 3 раза.
7. Воздействуем на рычаг вверх (против часовой стрелке), медленно снимая показания на транспорте через каждый 1 градус и на мультиметре – соответствующим им напряжением.
8. Затем снимаем показания мультиметра и транспорта при разгрузке пружин демпфера сцепления.
9. Повторяем пункт 7, 8 как минимум 3 раза.
10. Сводим полученные данные в таблицы 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 - Снятые данные для диска сцепления ВАЗ 2110 (рычаг вниз)

	1 опыт		2 опыт			3 опыт	
°	DCV 20						
1	2	3	4	5	6	7	
0	0	0	0	0	0	0	



Продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0,01	0	0,01	0
3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
5	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
6	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02
7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
8	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
9	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Таблица 3.8 - Снятые данные для диска сцепления ВАЗ 2110 (рычаг вверх)

	1 опыт		2 опыт		3 опыт	
°	DCV 20					
1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0
-1	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
-2	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01
-3	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01
-4	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3	4	5	6	7
-5	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
-6	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02
-7	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03
-8	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,04	-0,03
-9	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04
-10	-0,05	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04

По коэффициенту тарировки посчитаем момент и построим график момента прилагаемого к ведомому диску от угла закрутки.

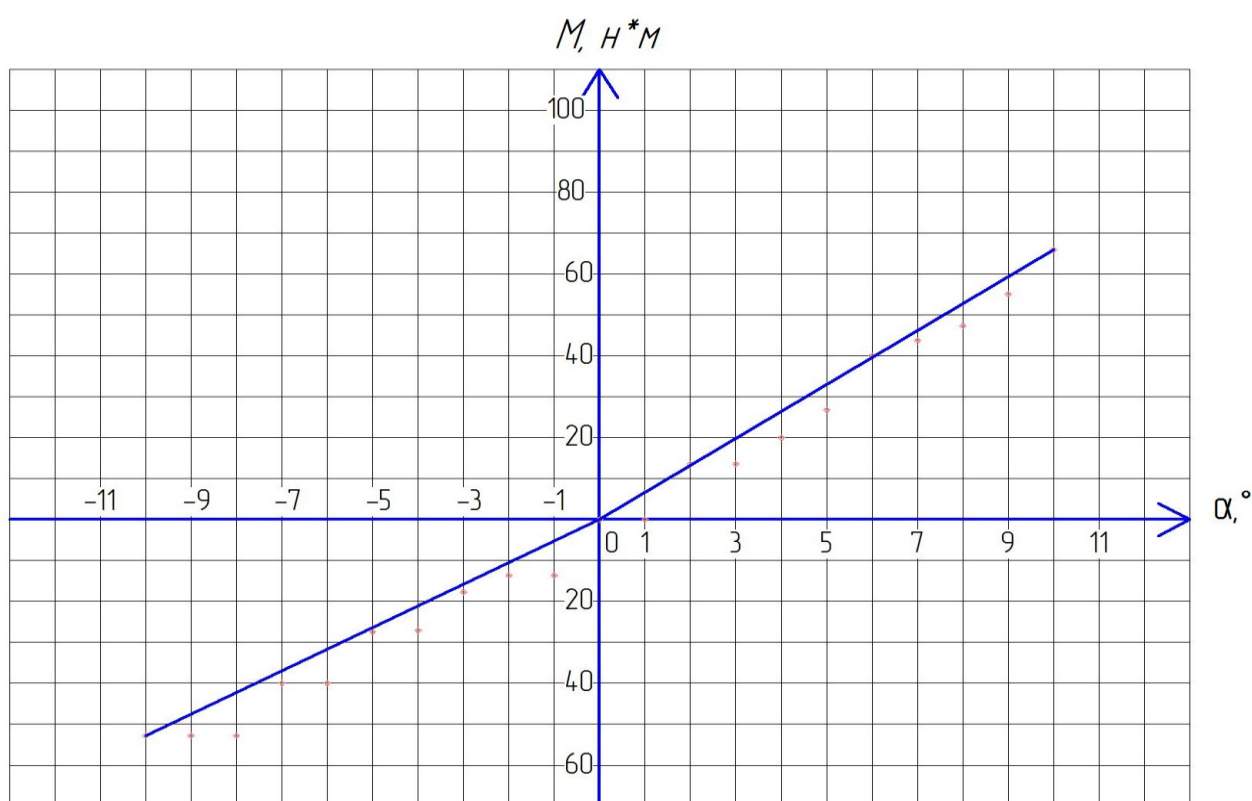


Рисунок 3.8 – График зависимости момента прилагаемого к ведомого диску от угла закрутки (ВА3 2110)

В результате работы представлена, разработана и создана конструкция стенда, сняты характеристики демпфера сцепления для легковых автомобилей.

## **4 Безопасность и экологичность проекта**

### **4.1 Организационные мероприятия**

Данный стенд обеспечивает:

- Безопасную эксплуатацию работы
- Снятие точных характеристик
- Длительный срок службы
- Простое понимание работы на нем для студентов

«В целях охраны труда следует проводить инструктаж рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда.

Существует несколько видов инструктажа. Был проведен вводный инструктаж, который обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены надо устанавливать регламентированные перерывы. Для работников участка с учетом их категории работы и уровня тяжести следует установить регламентированные перерывы через два часа от начала рабочей смены и через 1,5÷2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы.» [7]

И проветривать помещение каждые два часа.

### **4.2 Планировочные мероприятия**

Проводить каждый раз перед работой.

«К планировочным мероприятиям можно отнести рациональное размещение рабочих мест в помещении, обеспечивающее:

- а) нормальный доступ рабочего к рабочему месту, контейнерам с запчастями;
- б) возможность быстрой эвакуации рабочих в случае необходимости;
- в) удаленность источников шума, вибрации, токсичных веществ (при отсутствии в их использовании на этом рабочем месте).

### **4.3 Технические мероприятия**

Должен быть произведен выбор систем освещения, приточной и вытяжной вентиляции, поддержания климатических условий. В частности, электрооборудование должно обеспечивать невозможность соприкосновения персонала с частями, находящимися под напряжением или движущимися частями. Сборочное помещение должно быть снабжено табличками и указателями, информирующими о местонахождении эвакуационного выхода, оборудовании под напряжением.

### **4.4 Разработка и подбор средств индивидуальной защиты**

При изготовлении стенда рекомендуется применять хлопчатобумажную специализированную одежду, вязаные перчатки, наушники (или беруши), специальную обувь.» [8]

Надлежит перед эксплуатации стенда исполнять технику безопасности:

- 1) Избегать контакта с острыми углами
- 2) Не засовывать пальцы в соприкасающиеся детали
- 3) Не допускать опрокидывания стенда
- 4) Для демонстрации работы стенда допускается 2 человека

#### **4.5 Обеспечение электробезопасности на производственном участке, в рабочем цеху(классе)**

«По степени опасности поражения электрическим током помещение относится ко 2 классу(помещения с повышенной опасностью), так как на участке возможно прикосновение работающих к электрооборудованию и металлоконструкциям или инженерному оборудованию имеющему связь с землёй. К этой группе помещений относятся механические цеха и участки с нормальной температурой, влажностью без выделения пыли, но с токопроводящими полами.

В качестве средств защиты от поражения электрическим током необходимо использовать:

Защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитному заземлению подлежат металлические части электроустановок, доступные для соприкосновения с ними человека и не имеющие других видов защиты.» [7]

#### **4.6 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке, рабочем месте.**

«Помещение участка относится к категории « В » по взрывопожарной и пожарной безопасности, т.к. в нем находятся сгораемые вещества (краска).» [8]

«При возгорании в таких помещениях необходимо использовать в зависимости от класса пожара огнетушащие средства: класс «Е» (электроустановки) – порошковые огнетушители вместимостью 2(2)л; хладоновые огнетушители вместимостью 2 (3) л; углекислотные огнетушители вместимостью 5 (8)л , класс «А» (твердые горючие материалы) и «В» (плавящееся при нагревании материалы) - пена, порошки, распылённая

вода. При тушении пожара класса «В» могут быть использованы стационарные автоматические установки пожаротушения.» [8]

«Помещение оборудовано охраннопожарной сигнализацией, извещающей органы пожарной охраны (предприятия, города) о пожаре и месте его возникновения - обеспечивается автоматической (при помощи датчиков-извещателей) или неавтоматической (нажатием кнопки) пожарной сигнализацией, а также при помощи радио- и телефонной связи.» [7]

#### **4.7 Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта**

Вредные выбросы в атмосферу отсутствуют ,т. к. нет ни каких продуктов горения.

Утилизация отработанных веществ осуществляется с максимальным использованием отходов во вторсырье.

Тепловое и электромагнитное излучение является не значительным, а шум не распространяется за пределы производственного помещения. [8]

## **5 Эффективность проекта**

При проведении практических занятий в ВУЗах по дисциплинам специализации, к лабораторному оборудованию предъявляются требования соответствия современному уровню развития техники. Все это порождает необходимость создания новых образцов лабораторного оборудования, которое в итоге будет не только применяться в учебном процессе, но и выступать как оборудование для проведения НИР и НИОКР.

В рамках дипломного проекта потребовалось провести разработку стенда для испытания дисков сцепления, который предполагается задействовать в учебном процессе. Ввиду того, что данное оборудование не имеет аналогов и по сути является безальтернативным в плане применения, будет рассчитана себестоимость ее изготовления, без определения экономического эффекта.

Стенд изготавливается своими силами, с применением лабораторного оборудования и под руководством руководителя по дипломному проекту, поэтому в расчете будет учитываться тарифные ставки, принятые в Тольяттинском государственном университете.

Так как дипломная работа носит научно-исследовательский характер, при расчете экономической части проекта необходимо рассчитать финансовые и временные затраты на НИР, для этого необходимо составить график НИР и провести табелирование работ.

### **5.1. Определение ожидаемой трудоемкости**

Для проведения расчетов весь процесс осуществления НИР был разбит на последовательные этапы. В процессе реализации всех этапов проекта принимал участие инженерно-технический работник (ИТР) и Инженер б/к-выпускник, который табелируется как инженер без категории.,



соответствующие расходы на оплату его труда были отражены в дальнейших расчетах.

Таблица 5.1 - Этапы проведения НИР

Этап	Исполнитель	Кол-во человек
Составление задания на НИР	Инженер б/к / Руководитель	1 / 1
Разработка схем оборудования	Инженер б/к / Руководитель	1 / 1
Разработка схем регистрации данных	Инженер б/к / Руководитель	1 / 1
Изготовление оборудования	Инженер б/к / Руководитель	1 / 1
Монтаж доп. оборудования	Инженер б/к / Руководитель	1 / 1
Подключение измерительно-регистрирующей аппаратуры	Инженер б/к / Руководитель	1 / 1
Работы по доводке и настройке оборудования	Инженер б/к / Руководитель	1 / 1
Проведение рабочих испытаний	Инженер б/к / Руководитель	1 / 1
Анализ полученных результатов	Инженер б/к	1
Расчет ТЭО	Инженер б/к	1
Отчет по проделанной работе	Инженер б/к	1
Непредвиденные работы	Инженер б/к	1

Ожидаемая трудоемкость выполнения каждой работы и каждого этапа:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (5.1)$$

Результаты подсчета  $t_{ожі}$  сведены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 - Ожидаемая трудоемкость

Этап	$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{ожі}$
1.	4,5	5	4,7
2.	7	9,5	8
3.	14	19	16
4.	2	3	2,4
5.	2	3	2,4
6.	2	3	2,4
7.	19	24	21,3
8.	19	24	21,3
9.	10,25	13	11,35
10.	7	9,5	8
11.	3,5	6,5	4,7
12.	3,5	6,5	4,7

## 5.2 Определение суммарной длительности НИР

Длительность каждого этапа, определяется по формуле:

$$T_{\text{эги}} = \frac{t_{\text{ожги}}}{\tau_i}, \quad (5.2)$$

Суммарная длительность НИР (дн), определяется по формуле:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_{\text{эги}} \quad (5.3)$$

Удельный вес каждого этапа определяется в %, принимая  $T_{\Sigma}$  за 100%:

$$УД_{\text{эги}} = \frac{T_{\text{эги}}}{T_{\Sigma}} \cdot 100\% \quad (5.4)$$

«Принимая во внимание специфику выполняемых работ нельзя изыскать возможности совмещения выполняемых этапов НИР для оптимизации суммарной длительности НИР.

Исходные данные по численности исполнителей и результаты расчетов заносятся в таблицу 5.4, строится план-график.» [5]

Таблица 5.4 -Суммарная длительность НИР

Этап	Исполнители			Тэті	$T_{\Sigma}$	УДэті, %
	Инженер б/к	Руководитель	всего			
1.	1	1	2	2,35	68	3,46
2.	1	1	2	4		5,89
3.	1	1	2	8		11,77
4.	1	1	2	1,2		1,76
5.	1	1	2	1,2		1,76
6.	1	1	2	1,2		1,76
7.	1	1	2	10,65		15,66
8.	1	1	2	10,65		15,66
9.	1	0	1	11,35		16,69
10.	1	0	1	8		11,77
11.	1	0	1	4,7		6,91
12.	1	0	1	4,7		6,91

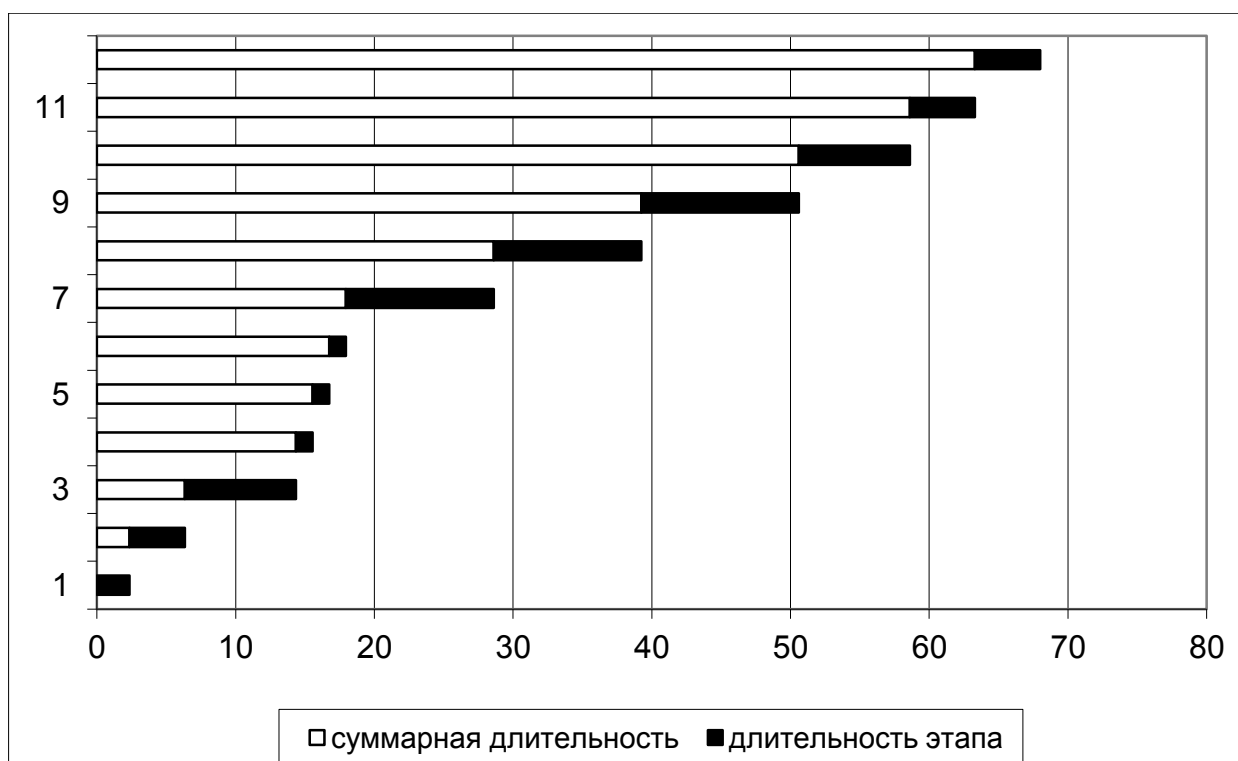


Рис.5.1 - План-график длительности этапов НИР

Таблица 5.5 - Табелирование работ НИР

Этап	Исполнители	
	Инженер б/к	Руководитель
1	2	3
1.	2,35	2,35
2.	4	4
3.	8	8
4.	1,2	1,2
5.	1,2	1,2
6.	1,2	1,2
7.	10,65	10,65
8.	10,65	10,65
9.	11,35	0

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3
10.	8	0
11.	4,7	0
12.	4,7	0
<b>Итого</b>	<b>68</b>	<b>39,25</b>

### 5.3. Расчет сметы затрат на НИР

«Сметы затрат составляются для сравнения базовой и проектной технологии внедрения образца новой техники в производство.» [5]

Таблица 5.6 - Исходные данные для расчета текущих затрат

Наименование показателей	Ед. изм.	Значен.
1	2	3
Годовая норма амортизационных отчислений, Нам.	%	10
Коэффициент премий и доплат, Кпр.	%	20
Коэффициент доплат за выполнение работ, Квып.	%	15
Коэффициент исп. по мощности станда $K_{исп.1}$	%	20
Коэффициент загрузки станда, $K_{заг.1}$	%	90
Коэффициент использования по мощности $K_{исп.2}$	%	34
Коэффициент загрузки оборудования, $K_{заг.2}$	%	90
Коэффициент накладных расходов, $K_{накл.}$	%	3
Коэффициент отчислений страховых взносов, ПФР, ОМС, Ксоц.	%	30
Нормативный коэффициент рентабельности, $K_{рент.}$	%	30
Цена 1м провода ПВХ, Цп1	Руб.	55
Цена диска сцепления, Цп2	Руб.	850
Стоимость аппаратуры, Цпр2	Руб.	12 000
Срок использования приобретенного обор., Тг	год	10
Продолжительность рабочего дня, q	час	6
Количество выходных дней в году, В	дни	52
Количество праздничных дней в году, П	дни	11

Продолжение таблицы 5.6

1	2	3
Количество нерабочих часов в предпр. дни, Нпр.	час	11
Среднемесячные оклады Руководителя, Окл.	Руб.	35000
Среднемесячные оклады Инженер б/ка, Сст.	Руб.	9100
Стоимость 1 кВт электроэнергии, Сэл.	Руб.	3,4

5.3.1. Расчет эффективного годового фонда рабочего времени:

$$F_{\text{эф}} = (365 - П - В) * q, \quad (5.5)$$

$$F_{\text{эф}} = (365 - 11 - 52) * 6 = 1812 \text{ часов};$$

5.3.2. Расчет среднего количества рабочих дней в месяц:

$$Д = F_{\text{эф}} / (12q) \quad (5.6)$$

$$Д = 1812 / (12 * 6) = 26 \text{ дней};$$

5.3.3. Расчет времени работы  $i^{\text{ого}}$  исполнителя:

$$K_{\text{исп.}i} = F_i / Д, \quad (5.7)$$

где:  $F_i$  – количество отработанных дней  $i$ -м исполнителем.

Таблица 5.7 – Расчет времени

Исполнители	$F_i$ , дней	Д, дней	Кисп., мес.
Инженер б/к	68	26	2,62
ИТР	39,25	26	1,51

5.3.4. Расчет заработной платы исполнителей с окладами:

$$Z_{\text{итр.}} = K_{\text{исп.}i} * \text{Окл.}, \quad (5.8)$$

Таблица 5.8 – Расчет заработной платы

Исполнители	Кисп., мес.	Окл., руб.	Зитр, руб.
Инженер б/к	2,62	9100	23842
Руководитель	1,51	35000	52850

5.3.5 Расчет доп. заработной платы исполнителей с должностными окладами:

$$Здоп. = Зпр.тар. * Квып \quad (5.9)$$

Таблица 5.9 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	Зпр.тар, руб.	Кпр.	Здоп., руб.
Инженер б/к	23842	0,2	4768,40
Руководитель	52850	0,2	10570

5.3.6 Расчет заработной платы всех исполнителей:

$$Зисп. = Зитр. + Здоп. \quad (5.10)$$

$$Зисп = 23842,00 + 52850,00 + 4768,40 + 10570,00 = 92030,40 \text{руб.}$$

5.3.7 Расчет страховых взносов в фонды:

$$Ссоц. = Зисп. * Ксоц., = 92030,40 * 0,30 = 27609,12 \text{руб.} \quad (5.11)$$

Таблица 5.10 - Заработная плата исполнителей

№	Исполнитель	Основная	Дополнительная	Сумма
1.	Инженер б/к	23842,00	4768,40	28610,40
2.	Руководитель	52850,00	10570	63420,00
<b>Итого</b>				<b>92030,40 руб</b>



### 5.3.8 Расчет затрат на электроэнергию:

Таблица 5.11 - Список используемого электрооборудования

Этап	Наименование оборудования, приспособлений	Кол-во	Примечание
	Компьютер	1	400 Вт/ч
	Усилитель	1	60 Вт/ч

$$Сэл. = N_y * K_{исп.} * K_{загр.} * D_i * q * Цэл., \quad (5.12)$$

Таблица 5.12

Оборудование	Мощность, кВт/ч	Кисп	Кзаг	Дни	Цэл, руб.	Сэл., руб.
Усилитель	0,06	0,2	0,9	68	3,4	2,50
Компьютер	0,4	0,2	0,9			16,65
<b>Итого</b>						<b>19,15</b>

### 5.4 Расчет себестоимости изготовления стенда

Расчет затрат “Покупные изделия и полуфабрикаты”:

$$П_{и} = Ц_i * n_i (1 + K_{тз} / 100) \quad (5.13)$$

Таблица 5.13 - Расчет затрат на полуфабрикаты

Наименование полуфабрикатов	Количество	Цена за 1 шт., руб.	Сумма, руб.
Болты М10	16	8	128
Тензодатчики	4	300	1200
Шайбы	16	1,2	19,2
Диск сцепления 1	1	1200	1200
Диск сцепления 2	1	1200	1200
Диск сцепления 3	1	1200	1200
Провода ПВХ	4	15	60
Транспортир	1	15	15
ИТОГО			5022,20

Таблица 5.14 – Расчет затрат на операции

Виды операций	Груд-ть, ч/час	Часовая тарифная ставка	Тарифная зарплата, Руб.
Сварочная	4	224,35	897,40
Сверлильная	1,5	58,33	87,50
Слесарная	6	58,33	349,99
Сборочная	10	224,35	2243,50
Окрасочная	0,5	58,33	29,17
Испытательная	0,5	58,33	29,17р.

$$\text{Тч.рук.} = 35000 / (26 * 6) = 224,35 \text{ руб./ч.}$$

$$\text{Тч.инж.} = 9100 / (26 * 6) = 58,33 \text{ руб./ч.}$$

ИТОГО	3636,73р.
Премииальные доплаты	727,35р.
Основная заработная плата	4364,08р.

Расчет статьи “Отчисления страховых взносов, ПФР, ОМС” производится по формуле:

$$\text{Ос} = \text{Зо} * \text{Кс} = 4364,08 * 0,3 = 1309,22р.$$

Расчет статьи “Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования” производится по формуле:

$$\text{Рс.об} = \text{Зо} * \text{Коб} = 4364,08 * 1,04 = 4538,64р.$$

Таблица 5.15 - Расчет затрат на проект

Статьи затрат	Обозначение	ПРОЕКТ	
		Сумма	%
1	2	3	4
Покупные изделия и полуфабрикаты	Пи	5022,20	32,93
Зарплата основная	Зо	4364,08	28,61

Продолжение таблицы 5.15

1	2	3	4
Страховые взносы	Ос	1309,22	8,58
Расходы на содержание оборудования	Рс.об	4538,64	29,75
Затраты на электроэнергию	С <sub>эл.</sub>	19,15	0,13
Всего затрат	Сп	15253,29	100,00

### 5.5 Расчет амортизационных отчислений

«5.5.1 Годовое эффективное время работы оборудования:

$$F_{\text{обор.}} = (365 - П - В) * q * K_{\text{загр.}} \quad (5.14)$$

$$F_{\text{обор}} = (365 - 52 - 11) * 6 * 0,9 = 1630,8 \text{ ч.}$$

5.5.2 Общее время работы оборудования:

$$t_m = D_{\text{обор.}i} * q * K_{\text{загр.}} \quad (5.15)$$

где  $D_{\text{обор.}i}$  – время работы  $i$ -го оборудования;

$K_{\text{загр.}}$  – коэффициент загрузки  $i$ -го оборудования.» [5]

Таблица 5.16 – Расчет времени работы

Оборудование	$D_{\text{обор.}}$ , дней	$q$ , час	$K_{\text{загр.}}$	$t_m$ , час
Стенд	32,65	6	0,9	176,31

5.5.3 Затраты на амортизацию:

$$\sum C_{\text{ам}} = \frac{C_{\text{об.}} * \text{Нам.} * \sum t_{m.}}{F_{\text{обор.}} * 100}, \quad (5.16)$$

где  $C_{\text{об}}$  - первоначальная стоимость оборудования.

Таблица 5.17 – Затраты на амортизацию

Оборудование	С <sub>об</sub> , руб.	К <sub>заг</sub>	Н <sub>ам</sub>	Σt <sub>м</sub> , час	Фобор. час	ΣС <sub>ам</sub> , руб.
Стенд	15253,29	90%	14%	176,31	1630,8	2,31
<b>Итого</b>				<b>2,31</b>		

5.5.4 «Расчет накладных расходов:

$$С_{накл} = З_{исп.} * К_{накл} = 92030,40 * 0,3 = 27609,12 \text{ руб.} \quad (5.17)$$

## 5.6 Определение общих затрат

5.6.1 «Текущие затраты:

$$К_{тек} = С_{эл} + З_{исп} + С_{соц} + С_{ам.предпр} + С_{накл} \quad (5.18)$$

$$К_{тек} = 19,15 + 92030,40 + 27609,12 + 2,31 + 27609,12 = 147270,10 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты К<sub>кап</sub> = 15253,29 руб.

5.6.2. Общая сумма предпроизводственных затрат:

$$С_{предпр.} = К_{тек} + К_{кап} \quad (5.19)$$

$$С_{предпр.} = 147270,10 + 15253,29 = 162523,39 \text{ руб.}$$

«Общая смета затрат на проектирование и выполнение рассматриваемой НИР представлена в таблице 5.18» [5]

Таблица 5.18 – Общая смета затрат

Статьи	Обозначение	Сумма, руб.
1. Текущие затраты, Ктек.		
Затраты на энергоносители	Сэл	19,15
Фонд оплаты труда исполнителей	Зисп	92030,40
Отчисления на единый социальный налог	Ссоц	27609,12
Амортизационные отчисления	$\sum Sam$	2,31
Накладные расходы	Снакл	27609,12
2. Капитальные затраты, Ккап.		
Затраты на изготовление стенда	Сп	15253,29
Итого		162523,39

### 5.7. Анализ полученных показателей и выводы

В ходе выполнения экономического раздела была рассчитана себестоимость изготовления стенда, используемого в НИР и определены предпроизводственные затраты на проведение НИР.

Суммарные затраты на проведение НИР составили 162523,39 руб, из которых текущие затраты – 147270,10 руб., капитальные затраты, связанные с изготовлением стенда – 15253,29 руб.

На основании представленных расчетов, делаем вывод о выполненной задаче в рамках дипломного проектирования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проекта создан стенд для определения характеристик сцепления, сняты характеристики демпфера сцепления, которые в дальнейшем будут использованы при исследовании крутильных колебаний трансмиссии автомобиля.

В проекте разработаны мероприятия по обеспечению требований охраны труда при сборке и проведении исследований на стенде.

В экономической части составлен план проекта по разработке стенда и рассчитаны затраты на проведение НИР, по которому построена круговая диаграмма расходов в процентном содержании. В результате созданного стенда был достигнут общественный эффект, который заключается в закреплении полученных теоретических знаний на практике будущими специалистами.

Таким образом, стенд предназначен для использования в исследовательском проекте и учебном процессе на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ТГУ.

По результатам проекта подготовлены тезисы, которые будут опубликованы в сборнике «Дни студенческой науки ТГУ»

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет. Трансмиссия / А.И. Гришкевич, В.А. Вавуло, А.В. Карпов, Л.А. Молибошко, О.С. Руктешель. – Под ред. А.И. Гришкевича, – Мн. : Высшая школа, 1985. – 240 с.
2. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля / Л.А. Черепанов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2016. – 60 с.
3. Балабин, И.В. Испытания автомобилей / И.В. Балабин, Б.А. Куров, С.А. Лаптев. – 2-е изд., - М. : Машиностроение, 1988. – 192 с.
4. Макаров, Р.А. Тензометрия в машиностроении / Р.А. Макаров, А.Б. Ренский, Г.Х. Боркунский, М.И. Этингоф. – Под ред. Р.А Макарова, - - М. : Машиностроение, 1975. – 288 с.
5. Капова, В.Г. «Методические указания по технико экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений / В.Г. Капова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. - 52 с.
6. Narayan, S. Design and analysis of an automotive single plate clutch / S. Narayan, I. Grujic, N. Stojanovic, K.M. Usman, A. Shitu, F. O. Mahroogi. - Published by University of Kragujevac, Faculty of Engineering, 2018. – 26 p.
7. Сафронов, В.В. Служба охраны труда на предприятии и в учреждении / В.В. Сафронов. – Орел : Издательский Дом «Фолиант», 1996. – 58 с.
8. Самолдин, А.А. Справочная книга по охране труда в машино-строении / Г. В. Бектобеков, Н. Н. Борисова, В. И. Коротков и др. - Под общ. ред. О. Н. Русака – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 541 с.



9. Соломатин, Н.С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомо-биля: учеб. пособие / Н.С. Соломатин. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. – 143 с.
10. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц. – М. : Машиностроение, 1984. – 376 с.
11. Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. Т.1 / В.И. Анурьев. – Под ред. И.Н. Жестковой. – М. : Машиностроение, 2006. – 928 с.
12. Горина, Л.Н. Методические указания к дипломному проектированию / Л.Н. Горина. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2003. - 17с.
13. Устюгов, И.И. Детали машин / И.И. Устюгов. – 2-е изд. – М. : Высш. школа, 1981. – 399 с.
14. Балабин, И.В. Испытания автомобилей / И.В. Балабин, Б.А. Куров, С.А. Лаптев. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 1988. – 192 с.
15. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля / В. А. Стуканов. - Гриф МО. –М. : ФОРУМ -ИНФРА-М, 2005. - 367 с.
16. Дробот, В. В. Борьба с загрязнением окружающей среды на автомобильном транспорте / В. В. Дробот [и др.]. - Киев: Техника, 1979. - 215 с.
17. Bosch, R. Bosch Automotive Handbook / R. Bosch. - 8/e. - Wiley Publishing Company, Hoboken, New Jersey, 2004. – 122 p.
18. Henry, R. R. Belt-Driven Starter-Generator for Future 42-Volt Systems / R. R. Henry, B. Lequesne, S. Chen, J. Ronning, Y. Xue. - SAE Int. Congr. Detroit, SAE Paper 2001-01-0728, Mars 2001. – 140 p.
19. Phillips, C.L. Adaptive technique by motor engines of a direct current / C.L. Phillips. - John Wiley & Sons, New York, 1972. – 56 p.

20. J.M. Miller, A.R. Gale, P.J. McCleer, F. Leonardi, J.H. Lang. Starter-Alternator for Hybrid Electric Vehicle: Comparison of Induction and Variable Reluctance Machines and Drives, IEEE Industry Applications Conference, vol.1, Oct. 1998, - 513 p.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Тяговый расчет

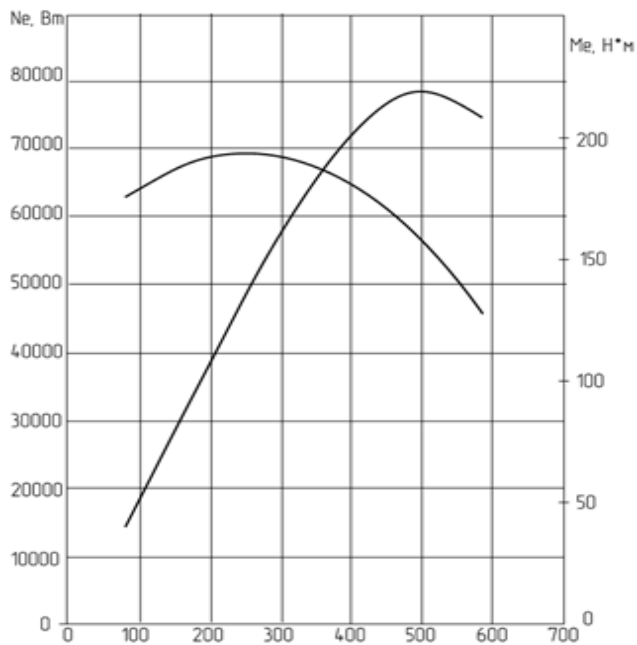


Рисунок А1 - Внешняя скоростная характеристика

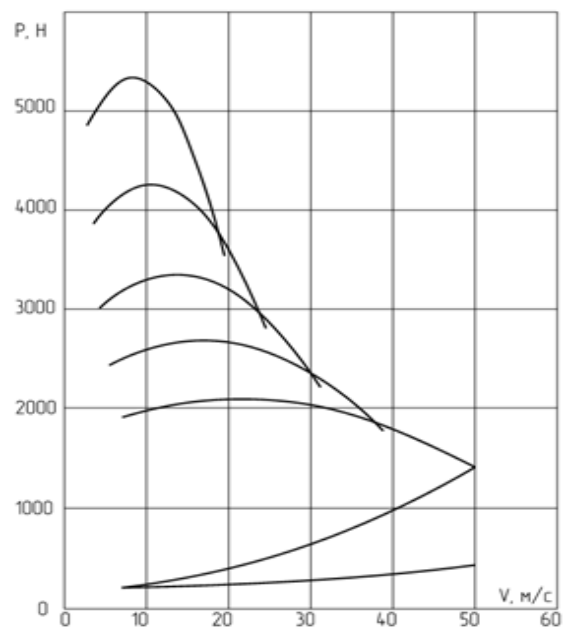


Рисунок А2 - Тяговый баланс автомобиля

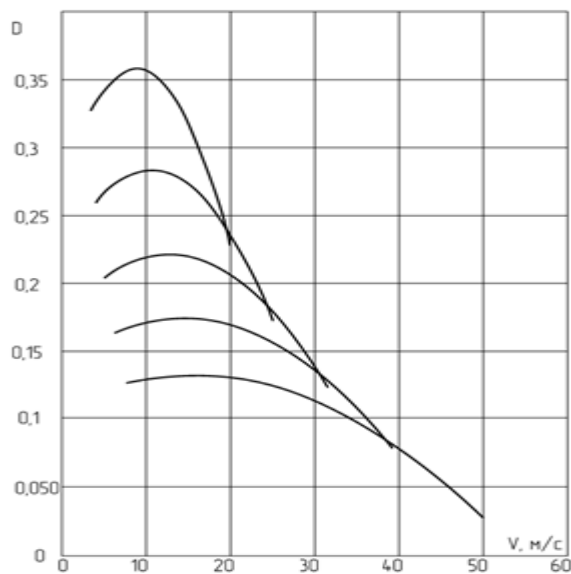


Рисунок А3 – Тяговый баланс автомобиля

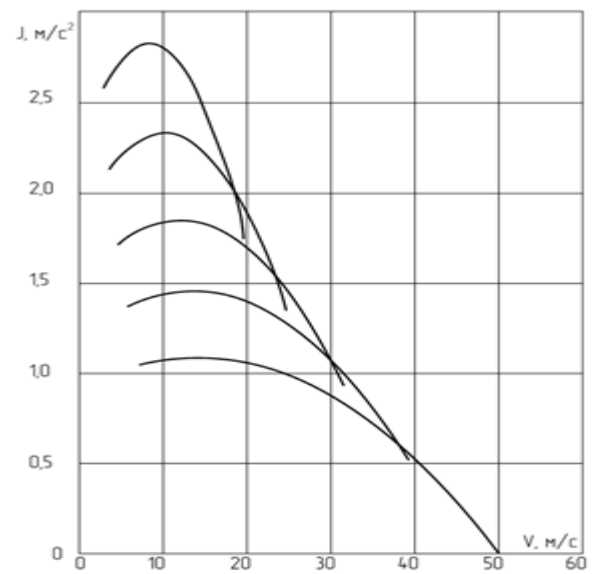


Рисунок А4 – Динамический фактор

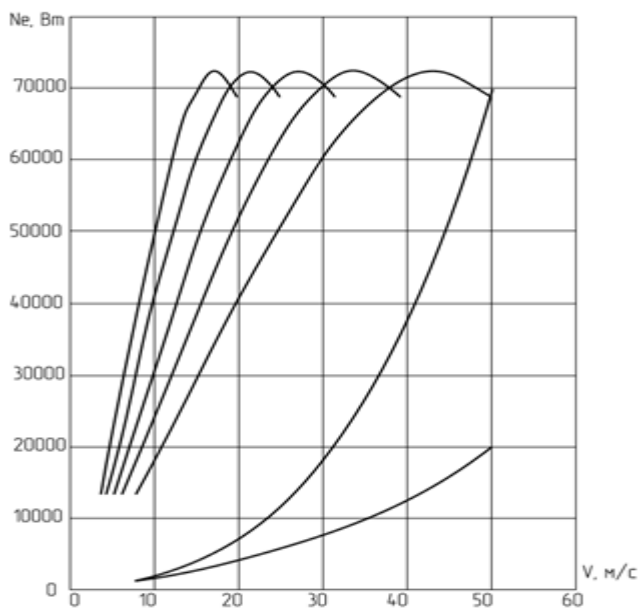


Рисунок А5 - Мощностной баланс  
автомобиля

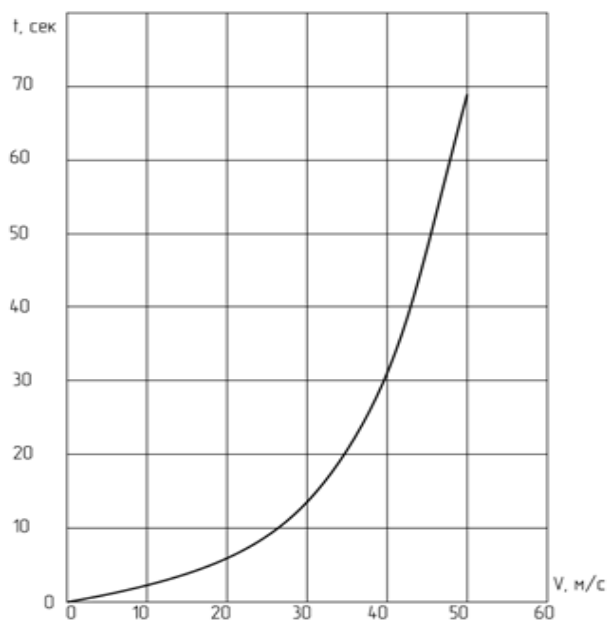


Рисунок А6 – Время разгона  
автомобиля

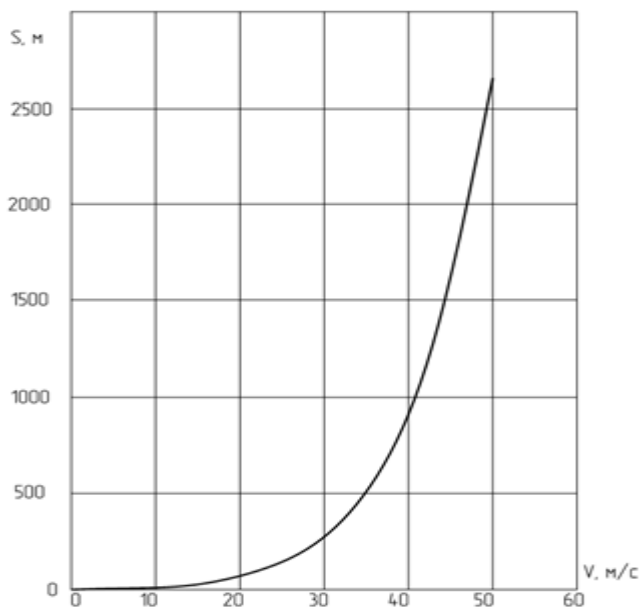


Рисунок А7 – Путь разгона  
автомобиля

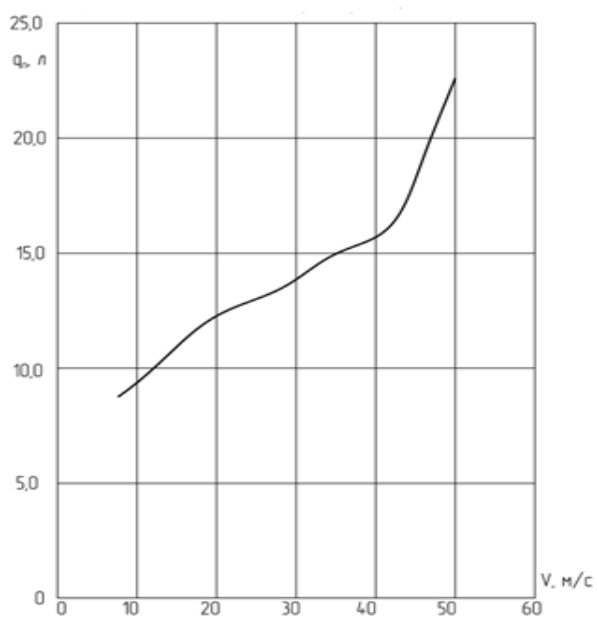


Рисунок А8 – Топливно-экономическая  
характеристика автомобиля