Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автомобильного транспорта

 Допускаю к защите

 Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Бойко А.В.

# Тяговый расчет автомобиля.

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе по дисциплине

**«Автомобили»**

Выполнил студент группы АТ-04-1 \_\_\_\_\_\_\_\_ Саблин Д.Е.

  подпись

Нормоконтролер \_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 подпись И.О. Фамилия

 Курсовой проект защищен

 с оценкой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Иркутск 2007 г.

|  |
| --- |
| **Содержание** |
| Исходные данные | 3 |
| Задача тягового расчета | 4 |
| 1 | Определение полной массы автомобиля | 5 |
| 2 | Подбор размера шин и расчета радиуса качения | 6 |
| 3 | Расчёт внешней скоростной характеристики двигателя | 9 |
|  | Частота вращения коленчатого вала | 9 |
|  | Максимальная мощность двигателя | 10 |
|  | Построение внешней скоростной характеристики двигателя | 10 |
|  | Вращающий момент двигателя | 11 |
| 4 | Выбор передаточных чисел | 13 |
|  | Определение передаточного числа главной передачи | 13 |
|  | Подбор передаточных чисел коробки передач | 13 |
|  | Определение числа передач и передаточных чисел коробки передач | 14 |
| 5 | Построение тяговых характеристик автомобиля | 15 |
| 6 | Определение основных показателей динамики автомобиля с механиче­ской трансмиссией | 18 |
|  | Динамический фактор | 18 |
|  | Ускорение автомобиля | 20 |
|  | Время разгона | 23 |
|  | Путь разгона | 26 |
| 7 | Построение графика мощностного баланса | 28 |
| 8 | Построение экономической характеристики автомобиля | 31 |

**Исходные данные:**

1. Прототип автомобиля – ЗИЛ – 130 - 76
2. Грузоподъёмность и пассажировместимость ­­– 6000 кг.+3 чел.
3. Максимальный коэффициент сопротивления дороги – 0,35
4. Обороты кол. вала при максимальной мощности – 3200 мин-1
5. Максимальная скорость – 90 км/ч
6. Удельный расход топлива gN – 327 г/кВт ч

**Задача тягового расчета автомобиля,** определение основных параметров двигателя, трансмиссии и компоновки автомобиля в целом.

**Тяговый расчет автомобиля**:

1. Определение полной массы автомобиля.
2. Подбор размера шин и расчета радиуса качения.
3. Подбор внешней скоростной характеристики двигателя.
4. Выбор передаточных чисел трансмиссии.
5. Построения тяговой характеристики автомобиля.
6. Определение основных показателей динамики автомобиля с механической трансмиссии.
7. Построение графика мощностного баланса.
8. Построение топливной экономичности автомобиля.

**1 Определение полной массы автомобиля.**

Полную массу автомобиля определяют как сумму масс снаряженного автомобиля mби груза mгпо номинальной грузоподъемности и числу мест пассажиров включая водителя:

***Снаряженная масса автомобиля****:*

 ,(1)

где:

m*г* – масса груза;

, кг

***Полная масса автомобиля****:*

 ma = mб+mг+ 80·z **,**  (2)

где:

z **–** число мест для сидения;

mб **–** снаряженная масса;

mа = 5000+6000+80·3 = 11240,кг

**2 Подбор размера шин и расчет радиуса качения.**

Для подбора шин и определения по их размерам радиусов качения колеса необходимо знать распределение нагрузки по мостам.

***Развесовка для заднеприводного грузового автомобиля***: на заднюю ось 74%, на переднюю 26% от полной массы автомобиля.

***Модуль сил тяжести автомобиля***:

Gа = mа·g, (3)

 где:

 **g** – ускорение свободного падения;

Gа = 11240·9.81 = 110152, Н

***Нагрузки от полной массы на переднюю и заднюю ось автомобиля:***

**** (4)

где:

**ηб -** приклассической компоновке принимаем на задний мост равным 74%;

**** Н

 G1 = Ga – G2 (5)

G1 = 110152-81512 = 28640, H

***База автомобиля:*** Основываясь на данных краткого справочника НИИАТ, принимаем: L=3800 мм.

L = a + b(6)

где:

a - расстояние от передней оси до центра масс;

b - расстояние от задней оси до центра масс;

**** (7)

**** мм

b = L – a(8)

b = 3800 – 2812 = 988, мм

Радиус качения колеса rк выбирается в зависимости от нагрузки на одно колесо. Наибольшая нагрузка на колесо определяется положением центра масс автомобиля.

***Нагрузка на каждое колесо передней и задней оси автомобиля:***

**,** (9)

**,**

где:

**nk1-** число колес на передней оси;

**nk2-** число колёс на задней оси;

**** Н

**** Н

Таблица 1 – Шины автомобилей:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение шины | Max нагрузка, H | Обозначение шины | Max нагрузка, H |
| 155-13/6,45-13 | 3870 | 240-508 (8,15-20) | 20400 |
| 155/82 R13 | 4250 | **260-508Р (9,00Р-20)** | **20500** |
| 175/70 R13 | 4500 | 320-508 (12,00-20) | 28000 |
| 165/80 R13 | 4750 | 370-508 (14,00-20) | 42600 |
| 185-14/7,35-14 | 5600 | 430-610 (16,00-24) | 61500 |
| 205/70 R14 | 6300 | 500-635 (18,00-25) | 85000 |
| 185/80 К15 | 8750 | 570-711 (21,00-78) | 88500 |
| 220-508P | 14000 | 570-838 (21,00-33) | 118000 |
| 240-381 | 19000 | 760-838 (27,00-33) | 155000 |

.

Из таблицы 1, по нагрузки на заднюю ось выбираем обозначение шины: **260-508Р (9,00Р-20)** с максимальной нагрузкой которую выдержит резина **20500 Н.**

b = 260,

d = 508,

где:

**b -** ширина профиля;

**d -** диаметр обода шины;

***Свободный радиус колеса:***

**** (10)

**** м

***Радиус качения (определяется с учетом деформации зависящей от нагрузки):***

rк =0,5 · d + (1-k) · b (11)

rк = 0,5 · 508 + (1-0,12) · 260 = 482,8, мм = 0,4828, м

где:

**k -** коэффициент радиальной деформации. Для стандартных и широкопрофильных шин принимаем **k =** 0,12.

Рисунок 1 – Эскиз автомобиля.

**3 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя.**

***Расчет начинается с определения мощности Nеv необходимый для обеспечения движения с заданной максимальной скоростью Vmax:***

****;(12)

где:

**Vmax -** максимальная скорость (м/с), Vmax=90 км/ч=25 м/с;

**KB -** коэффициент обтекаемости, принимаем: Кв= 0,3 Н с2 м4;

**kР -** коэффициент коррекции, принимаем kР **=** 0,75;

**ηт –** КПД трансмиссии, принимаем ηт **=** 0,9;

***Коэффициент дорожного сопротивления для легковых автомобилей:***

Ψv = (0,01 – 0,02) + 6·10-6· V2max(13)

Ψv = 0,015 + 6·10-6·252 = 0,02

***Лобовая площадь для грузового автомобиля:***

FA = B·Hг**,** (14)

где:

В - колея, В = 1,8 м;

Hг - габаритная высота, Нг = 2,4 м;

FA =1,8·2,4 = 4,32 м2

Подставляя в формулу (12) полученные значения по формулам (13)и(14), получаем:

**** кВт.

**3.1 Частота вращения коленчатого вала двигателя.**

***Частота вращения коленчатого вала двигателя на максимальной скорости движения:***

nv = Vmax·ηn ,  (15)

где:

 **ηn -** коэффициент оборотистости двигателя, для грузового автомобиля, принимаем ηn = 37;

nv = 90·37 = 3330 мин-1

**3.2 Максимальная мощность двигателя.**

***Максимальная мощность двигателя:***

** ,** (16)

где:

**nv/nN –** отношение частоты вращения коленчатого вала двигателя при максимальной скорости движения автомобиля частоте вращения при максимальной мощности двигателя;

**a,b,c** – коэффициент постоянные для каждого двигателя, (для бензиновых двигателей a = b = с = 1);

**** кВт

**3.3 Построение внешней характеристики двигателя.**

***Внешняя характеристика двигателя рассчитывается по формуле Лейдермана:***

**,** (17)

где:

 **nT –** текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя.

nmax = nN \* 1,2

nmax = 3200\*1,2= 3840 мин-1

nmin = nN \* 0,13

nmin = 3200 \* 0,13=416 мин-1

по формуле (17) при 400 об/мин Ne составляет:

****,кВт

далее решаем аналогично, меняя nт, заносим значения в табл. 2.

**3.4 Вращающийся момент двигателя.**

***Определим вращающийся момент двигателя:***

**** (18)

по формуле (18) при 400 об/мин MB составляет:

**** кН·м

Текущие значения частоты вращения коленчатого вала двигателя выбирают произвольно через определенный интервал, как заданно в Таблице 2, эти значения подставляют в формулы 17 и 18.

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры двигателя. | Скоростной режинм работы двигателя, n мин-1. |
| 400 | 900 | 1400 | 1900 | 2400 | 2900 | 3400 | 3900 |
| Ne, кВт | 15,5 | 37,87 | 61,06 | 82,5 | 99,7 | 110,1 | 111,1 | 100,1 |
| Ме, Н·м | 370 | 402 | 416,7 | 415 | 397 | 363 | 312,2 | 245,3 |

Таблица 2 – Внешняя скоростная характеристика двигателя.

По значениям таблицы 2 строим график внешнескорстной характеристики двигателя рисунок 2.

**4 Выбор передаточных чисел.**

**4.1 Определение передаточного числа главной передачи.**

***Передаточное число главной передачи из условий обеспечение Vmax на высшей передаче:***

**** (19)

где:

**Uдк –** передаточное число высшей передачи дополнительной коробки, принимаем Uдк= 1. (отсутствие).

**Uкв –** высшее расчетное передаточное число коробки передач, принимаем Uкв =1.

****

**4.2 Подбор передаточных чисел коробки передач.**

***Передаточное число первой передачи Uk1 находим из уравнения преодоления автомобилем максимального сопротивления дороги Ψmax:***

**** (20)

где:

Условно считаем, что **rg = rk.**

**Ψmax –** максимального сопротивления дороги, принимаем Ψmax = 0,35,

****

***Полученное значение UК1 проверяем по условию отсутствия буксования.***

***Для заднеприводных автомобилей должно выполняться неравенство:***

****,(21)

где:

**γx –** коэффициент сцепления, на сухом шоссе принимаем γx =0,7,

**hg –** высота центра масс, принимаем hg=1300 мм.

****;

9,79 ≤ 19,06

**4.3 Определение числа передач и передаточных чисел коробки передач.**

Число ступеней зависит от типа, удельной мощности и предназначения автомобиля. Общее число ступеней от диагноза передаточных чисел трансмиссии.

***Определение структуры ряда передач:***

** (22)

**

где:

 **n –** число передач.

***Передаточные числа последующих передач:***

Uk2 = Uk1 · g(23)

Uk3 = Uk1· g2

Uk4 = Uk1 · g3

Uk5 = Uk1 · g4

Uk2 = 9,79 · 0,56= 5,48

Uk3 = 9,79 · 0,562 =3,07

Uk4 = 9,79 · 0,563= 1,72.

Uk5 = 9,79 · 0,564= 0,963≈1

***Передаточные числа трансмиссии:***

UТ1 = Uk1 · UГ = 9,79 · 6,75 = 66,08

UТ2 = Uk2 · UГ = 5,48 · 6,75 = 36,99

UТ3 = Uk3 · UГ = 3,07 · 6,75=20,72

UТ4 = Uk4 · UГ = 1,72 · 6,75 = 11,61

UТ5 = Uk5 · UГ = 1 · 6,75 = 6,75

**5 Построение тяговых характеристик автомобиля.**

***Тяговое усилие на первой передаче:***

**** (24)

Тяговое усилие на первой передачи при n=400 мин-1:

**** Н

аналогично рассчитываем PТ1, PТ2, PТ3, PТ4, PТ5, изменяя значение MВ и UК. Результаты приведены в таблице 3.

***Скорость движения автомобиля на данной передаче при данной частоте вращения коленчатого вала двигателя:***

**** (25)

Скорость движения автомобиля на первой передаче при частоте вращения коленчатого вала двигателя nт=400 мин-1:

**** м/с

Скорость движения автомобиля на следующих передачах рассчитывается таким же образом, но с учётом соответствующих, данной скорости, значений UТi и nТ. Результаты приведены в таблице 3:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Передача | Параметр | Частота вращения коленчатого вала, мин-1 |
| 400 | 900 | 1400 | 1900 | 2400 | 2900 | 3400 | 3900 |
| 1 | Pt, Н | 34184,14 | 37140,61 | 38498,74 | 38341,67 | 36678,66 | 33537,42 | 28844,03 | 22663,16 |
| Va,, м/с | 0,307 | 0,697 | 1,074 | 1,46 | 1,84 | 2,22 | 2,6 | 2,99 |
| 2 | Pt, Н | 19134,74 | 20789,64 | 21549,85 | 21461,94 | 20531,06 | 18772,73 | 16145,58 | 12685,82 |
| Va,, м/с | 0,55 | 1,23 | 1,92 | 2,6 | 3,3 | 3,93 | 4,66 | 5,3 |
| 3 | Pt, Н | 10719,6 | 11646,75 | 12072,64 | 12023,4 | 11501,89 | 10516,84 | 9045,062 | 7106,835 |
| Va,, м/с | 0,978 | 2,2 | 3,42 | 4,65 | 5,87 | 7,09 | 8,3 | 9,5 |
| 4 | Pt, Н | 6005,79 | 6525,2 | 6763,8 | 6736,23 | 6444,055 | 5892,17 | 5067,59 | 3981,68 |
| Va,, м/с | 1,74 | 3,93 | 6,113 | 8,29 | 10,48 | 12,66 | 14,8 | 17,03 |
| 5 | Pt, Н | 3491,74 | 3793,73 | 3932,4 | 3916,4 | 3746,5 | 3425,68 | 2946,27 | 2314,9 |
| Va,, м/с | 3,01 | 6,76 | 10,51 | 14,27 | 18,02 | 21,78 | 25,53 | 29,29 |

Таблица 3 – Тяговая характеристика двигателя.

По данным таблицы строим график тяговой характеристики двигателя, рисунок 3.

Тяговое усилие, подводимое к ведущим колёсам автомобиля, расходуется на преодоление сопротивлений качению, воздуха, подъёму, инерции.

***Сопротивление воздуха определяется соотношением:***

Рв = Кв · F · Va2  (26)

Сопротивление воздуха на первой передаче при nТ=400 мин-1:

Pв = 0,3 · 4,32 · 0,3072 = 0,122, H

аналогично рассчитываем PB для всех передач и nТ, изменяя значение Va, Результаты приведены в таблице 4.

***Определим свободную силу тяги автомобиля:***

Рсв = Рт - Рв (27)

Свободная сила тяги на первой передаче при nТ=400 мин-1:

Рсв = 34184,14 – 0,122 = 34184 H,

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Передача | Параметр | Частота вращения коленчатого вала, мин-1 |
| 400 | 900 | 1400 | 1900 | 2400 | 2900 | 3400 | 3900 |
| 1 | Va, м/с | 0,307 | 0,69 | 1,07 | 1,46 | 1,84 | 2,22 | 2,61 | 2,99 |
| Рв, Н | 0,122 | 0,62 | 1,492 | 2,752 | 4,392 | 6,42 | 8,812 | 11,62 |
| Рсв, Н | 34184,022 | 37139,99 | 38497,24 | 38338,92 | 36674,27 | 33531 | 28835,21 | 22651,56 |
| 2 | Va, м/с | 0,55 | 1,23 | 1,92 | 2,6 | 3,29 | 3,97 | 4,66 | 5,3 |
| Рв, Н | 0,39 | 1,97 | 4,77 | 8,78 | 14,02 | 20,47 | 28,14 | 37,02 |
| Рсв, Н | 19134,35 | 20787,66 | 21545,08 | 21453,15 | 20517,04 | 18752,26 | 16117,44 | 12648,79 |
| 3 | Va, м/с | 0,98 | 2,2 | 3,4 | 4,65 | 5,87 | 7,09 | 8,32 | 9,54 |
| Рв, Н | 1,241 | 6,28 | 15,2 | 27,99 | 44,67 | 65,23 | 89,66 | 117,9 |
| Рсв, Н | 10718,4 | 11640,47 | 12057,44 | 11995,39 | 11457,21 | 10451,61 | 8955,4 | 6988,8 |
| 4 | Va, м/с | 1,74 | 3,93 | 6,113 | 8,29 | 10,48 | 12,66 | 14,84 | 17,03 |
| Рв, Н | 3,95 | 20,01 | 48,43 | 89,19 | 142,32 | 207,8 | 285,63 | 375,8 |
| Рсв, Н | 6001,84 | 6505,2 | 6715,39 | 6647,03 | 6301,73 | 5684,37 | 4781,95 | 3605,85 |
| 5 | Va, м/с | 3,004 | 6,76 | 10,51 | 14,27 | 18,02 | 21,78 | 25,53 | 29,29 |
| Рв, Н | 11,69 | 59,21 | 143,27 | 263,8 | 421,04 | 614,7 | 845,02 | 1111,8 |
| Рсв, Н | 3480,04 | 3734,52 | 3789,18 | 3652,5 | 3325,5 | 2810,9 | 2101,25 | 1203,09 |

 аналогично рассчитываем Рсв, изменяя значение Рв и Рт (значение Рт берём из таблицы 3), для каждой из передач для следующих значений оборотов коленчатого вала двигателя и результаты расчётов сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Сила сопротивления воздуха.

По данным таблицы строим график тяговой характеристики двигателя, рисунок 4.

* 1. **Определение основных показателей динамики автомобиля с механиче­ской трансмиссией.**

**6.1 Динамический фактор.**

***Универсальным измерителем динамических качеств автомобиля служит ди­намический фактор, представляющий отношение свободной тяговой силы к силе тяжести автомобиля, который находится по формуле:***

 (28)

Динамический фактор на первой передачи при частоте вращения коленчатого вала nТ = 400 мин-1:

,

аналогично рассчитываем D для каждой передачи и для всех частот вращения коленчатого вала (nТ), изменяя значение Pсв.

Результаты приведены в таблице 5.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| .Передача | Параметр | Частота вращения коленчатого вала, мин-1 |
| 400 | 900 | 1400 | 1900 | 2400 | 2900 | 3400 | 3900 |
| 1 | Va, м/с | 0,307 | 0,6944 | 1,074 | 1,44 | 1,84 | 2,22 | 2,61 | 2,99 |
| D | 0,31 | 0,34 | 0,349 | 0,348 | 0,333 | 0,304 | 0,262 | 0,205 |
| 2 | Va, м/с | 0,55 | 1,23 | 1,92 | 2,6 | 3,29 | 3,97 | 4,66 | 5,34 |
| D | 0,17 | 0,188 | 0,1956 | 0,1947 | 0,186 | 0,17 | 0,146 | 0,115 |
| 3 | Va, м/с | 0,98 | 2,201 | 3,42 | 4,65 | 5,87 | 7,09 | 8,32 | 9,54 |
| D | 0,097 | 0,105 | 0,109 | 0,109 | 0,104 | 0,094 | 0,081 | 0,06 |
| 4 | Va, м/с | 1,74 | 3,93 | 6,113 | 8,29 | 10,48 | 12,66 | 14,84 | 17,029 |
| D | 0,05 | 0,059 | 0,061 | 0,06 | 0,057 | 0,051 | 0,043 | 0,033 |
| 5 | Va, м/с | 3,004 | 6,76 | 10,5 | 14,27 | 18,02 | 21,78 | 25,53 | 29,29 |
| D | 0,0316 | 0,034 | 0,0344 | 0,033 | 0,03 | 0,025 | 0,019 | 0,011 |

Таблица 5 – Динамический фактор

На основании значений динамического фактора строится диаграмма (рисунок 5)

**6.2 Ускорение автомобиля.**

***Ускорение на горизонтальной дороге определяется из выражения:***

 (29)

где:

**Ψ**– коэффициент сопротивления дороги, принимаем Ψ = 0,015,

**δ** - коэффициент учета вращающихся масс.

***Коэффициент учета вращающихся масс:***

 =  + 1 +·, (30)

где:

= 0,05, = 0,07

*δ1* =0,05 + 1 + 0,07 · 9,792=7,76

*δ2* =0,05 + 1 + 0,07 · 5,482=3,15

*δ3* =0,05 + 1 + 0,07 · 3,072=1,71

*δ4* =0,05 + 1 + 0,07 · 1,722=1,257

*δ5* =0,05 + 1 + 0,07 · 12=1,12

Ускорение на первой передаче при скорости автомобиля Vа=0,307 м/с:

 м/с2

аналогично рассчитываем Ja по формуле (29) для всех передач и всех nТ, подставляя соответствующие значения  и D, данные расчёты сводим в таблицу 6:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Передача | Параметр | Частота вращения коленчатого вала, мин-1 |
| 400 | 900 | 1400 | 1900 | 2400 | 2900 | 3400 | 3900 |
| 1 | Va, м/с | 0,307 | 0,6944 | 1,074 | 1,44 | 1,84 | 2,22 | 2,61 | 2,99 |
| Ja, м/с2 | 0,373 | 0,407 | 0,423 | 0,421 | 0,402 | 0,366 | 0,312 | 0,241 |
| 1/Ja, с2/м | 2,6781 | 2,455 | 2,36 | 2,37 | 2,487 | 2,733 | 3,205 | 4,149 |
| 2 | Va, м/с | 0,55 | 1,23 | 1,92 | 2,6 | 3,29 | 3,97 | 4,66 | 5,34 |
| Ja, м/с2 | 0,494 | 0,54 | 0,562 | 0,559 | 0,533 | 0,483 | 0,408 | 0,31 |
| 1/Ja, с2/м | 2,024 | 1,849 | 1,78 | 1,787 | 1,876 | 2,069 | 2,44 | 3,22 |
| 3 | Va, м/с | 0,98 | 2,201 | 3,42 | 4,65 | 5,87 | 7,09 | 8,32 | 9,54 |
| Ja, м/с2 | 0,47 | 0,52 | 0,542 | 0,538 | 0,511 | 0,458 | 0,38 | 0,278 |
| 1/Ja, с2/м | 2,117 | 1,922 | 1,845 | 1,856 | 1,958 | 2,18 | 2,628 | 3,59 |
| 4 | Va, м/с | 1,74 | 3,93 | 6,113 | 8,29 | 10,48 | 12,66 | 14,84 | 17,029 |
| Ja, м/с2 | 0,308 | 0,344 | 0,358 | 0,353 | 0,329 | 0,285 | 0,22 | 0,138 |
| 1/Ja, с2/м | 3,245 | 2,908 | 2,788 | 2,826 | 3,036 | 3,501 | 4,51 | 7,22 |
| 5 | Va, м/с | 3,004 | 6,76 | 10,5 | 14,27 | 18,02 | 21,78 | 25,53 | 29,29 |
| Ja, м/с2 | 0,145 | 0,165 | 0,17 | 0,159 | 0,133 | 0,09 | 0,036 |  |
| 1/Ja, с2/м | 6,88 | 6,039 | 5,885 | 6,287 | 7,516 | 10,85 | 28,01 |  |

Таблица 6 – Ускорение автомобиля.

По значениям таблицы 6 строим график ускорений и график обратных ускорений автомобиля (рисунок 6 и 7).

**6.3 Время разгона.**

Графически интегрируем график значений обратных ускорений. По графику величин обратных ускорений строим огибающую. Отрезок на промежутке от 0 до 36 м/с делим на равные части и из центра этих отрезков проводим линии до пересечения с огибающей, проецируя их на ось обратных ускорений. Далее зна­чения отрезков на оси 1/ja и разницу между концом и началом отрезков оси ор­динат подставим в формулу:

 , (31)

Результаты измерений и расчетов по формуле (31) заносим в таблицу 7:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1/Ja, мм** | **∆V, мм** | **∆t, мм2** |
| 0 | 0 | 0 |
| 2,025 | 1 | 2,025 |
| 1,8 | 1 | 1,8 |
| 1,77 | 1 | 1,77 |
| 1,84 | 1 | 1,84 |
| 1,85 | 1 | 1,85 |
| 1,91 | 1 | 1,91 |
| 2,05 | 1 | 2,05 |
| 2,3 | 1 | 2,3 |
| 2,75 | 1 | 2,75 |
| 2,92 | 1 | 2,92 |
| 3,04 | 1 | 3,04 |
| 3,2 | 1 | 3,2 |
| 3,45 | 1 | 3,45 |
| 3,75 | 1 | 3,75 |
| 4,25 | 1 | 4,25 |
| 5,2 | 1 | 5,2 |
| 6,5 | 1 | 6,5 |
| 7,23 | 1 | 7,23 |
| 7,8 | 1 | 7,8 |
| 8,4 | 1 | 8,4 |
| 9,15 | 1 | 9,15 |
| 10,3 | 1 | 10,3 |
| 13,3 | 1 | 13,3 |
| 17,7 | 1 | 17,7 |
| 22,9 | 1 | 22,9 |

Таблица 7 – Интегрирование графика обратных ускорений.

Из таблицы 7 имеем значение:

Σ∆t=147,4 мм2

***Определим время разгона до 25 м/с по формуле:***

t = Σ∆ t ·a · b (32)

где:

 а – масштаб скорости МVa, м·с-1/мм, принимаем МVa=1 м/с-1/мм.

 b – масштаб обратного ускорения М1/ja, с2·м-1/мм, принимаем М1/ja= 1 с2·м-1/мм

t = 147,4 с.

***Время разгона от скорости V0 до скорости V1 определяется по формуле:***

t1 = ∆t1 · a · b, (33)

t1 = 0 · 1 · 1 = 0 c**.**

***Время разгона от скорости V1 до скорости V2 определяется по формуле:***

 t2 = (∆t1 +∆t2) · a · b, (34)

t2 = (0 + 2,025) · 1 · 1 = 2,025 с.

аналогично находим t3, t4 и т.д. до скорости 25 м/с.

По полученным значениям t и графику обратных ускорений определяем зна­чения Va и результаты приводим в таблицу 8:

|  |  |
| --- | --- |
| **t, с** | **Vа, м/с** |
| 0 | 0 |
| 2,025 | 1 |
| 3,825 | 2 |
| 5,595 | 3 |
| 7,435 | 4 |
| 9,285 | 5 |
| 11,195 | 6 |
| 13,245 | 7 |
| 15,545 | 8 |
| 18,295 | 9 |
| 21,215 | 10 |
| 24,255 | 11 |
| 27,455 | 12 |
| 30,905 | 13 |
| 34,655 | 14 |
| 38,905 | 15 |
| 44,105 | 16 |
| 50,605 | 17 |
| 57,835 | 18 |
| 65,635 | 19 |
| 74,035 | 20 |
| 83,185 | 21 |
| 93,485 | 22 |
| 106,785 | 23 |
| 124,485 | 24 |
| 147,4 | 25 |

Таблица 8 – Время разгона.

По данным расчёта строим график времени разгона (рисунок 8)

**6.4 Путь разгона**

***Путь разгона определяется по формуле:***

S = ti · Va i, (35)

меняя значения t и Va, результаты измерений заносим в таблицу 9:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| t, с | Va м/с | S, м |
| 0 | 0 | 0 |
| 2,025 | 1 | 2,025 |
| 3,825 | 2 | 7,65 |
| 5,595 | 3 | 16,785 |
| 7,435 | 4 | 29,74 |
| 9,285 | 5 | 46,425 |
| 11,195 | 6 | 67,17 |
| 13,245 | 7 | 92,715 |
| 15,545 | 8 | 124,36 |
| 18,295 | 9 | 164,655 |
| 21,215 | 10 | 212,15 |
| 24,255 | 11 | 266,805 |
| 27,455 | 12 | 329,46 |
| 30,905 | 13 | 401,765 |
| 34,655 | 14 | 485,17 |
| 38,905 | 15 | 583,575 |
| 44,105 | 16 | 705,68 |
| 50,605 | 17 | 860,285 |
| 57,835 | 18 | 1041,03 |
| 65,635 | 19 | 1247,065 |
| 74,035 | 20 | 1480,7 |
| 83,185 | 21 | 1746,885 |
| 93,485 | 22 | 2056,67 |
| 106,785 | 23 | 2456,055 |
| 124,485 | 24 | 2987,64 |
| 147,385 | 25 | 3684,625 |

Таблица 9 – Интегрирование графика пути разгона.

По данным расчёта строим график пути разгона (рисунок 9)

**7 Построение графика мощностного баланса**

Используя внешнюю скоростную характеристику, для каждой передачи опреде­ляем Ne как функцию от скорости Va.

***Чтобы учесть несоответствие между мощностями, тяговую мощность определяют как:***

NТ=Ne·ηT·kP  (36)

Тяговая мощность при частоте вращения коленчатого вала nT = 400 мин-1.

NT =15,5· 0,9·0,75 = 10,5, кВт

аналогично рассчитываем NT, изменяя значение Ne в соответствии с заданными требованиями. Результаты заносим в таблицу 10.

***Мощность, затрачиваемую на преодоление сопротивление воздуха, определим по формуле:***

 (37)

Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивление воздуха на первой передаче при nТ = 400 мин-1:

 кВт.

аналогично рассчитываем NB, изменяя значение Va в соответствии с заданными требованиями.

***Мощность, затрачиваемую на преодоление сопротивления дороги, определим по формуле:***

 (38)

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления дороги на первой передаче при nТ = 400 мин-1:

 кВт

аналогично рассчитываем NД, изменяя значения Va в соответствии с заданными требованиями. Результаты расчётов сводим в таблицу 10,

По данным таблицы 10 строится график мощностного баланса – рисунок 10.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Передача | Параметр | Частота вращения коленчатого вала, мин-1 |
| 400 | 900 | 1400 | 1900 | 2400 | 2900 | 3400 | 3900 |
| 1 | Va, м/с | 0,307 | 0,6944 | 1,074 | 1,44 | 1,84 | 2,22 | 2,61 | 2,99 |
| Рв, Н | 0,122 | 0,62 | 1,492 | 2,752 | 4,392 | 6,42 | 8,812 | 11,62 |
| NB, кВт | 0,000037 | 0,00043 | 0,0016 | 0,004 | 0,0081 | 0,0143 | 0,023 | 0,035 |
| Nе, кВт | 15,5 | 37,87 | 61 | 82,5 | 99,7 | 110,1 | 111,1 | 100,11 |
| Nт, кВт | 10,46 | 25,56 | 41,17 | 55,69 | 67,29 | 74,32 | 74,99 | 67,57 |
| Nд, кВт | 0,507 | 1,141 | 1,77 | 2,41 | 3,04 | 3,67 | 4,31 | 4,94 |
| 2 | Va, м/с | 0,55 | 1,23 | 1,92 | 2,6 | 3,29 | 3,97 | 4,66 | 5,3 |
| Рв, Н | 0,39 | 1,97 | 4,77 | 8,78 | 14,02 | 20,47 | 28,14 | 37,02 |
| NB, кВт | 0,0002 | 0,002 | 0,009 | 0,023 | 0,046 | 0,08 | 0,13 | 0,198 |
| Nе, кВт | 15,5 | 37,87 | 61 | 82,5 | 99,7 | 110,1 | 111,1 | 100,11 |
| Nт, кВт | 10,46 | 25,56 | 41,17 | 55,68 | 67,29 | 74,32 | 74,99 | 67,57 |
| Nд, кВт | 0,906 | 2,038 | 3,17 | 4,3 | 5,43 | 6,567 | 7,699 | 8,83 |
| 3 | Va, м/с | 0,98 | 2,2 | 3,4 | 4,65 | 5,87 | 7,09 | 8,32 | 9,54 |
| Рв, Н | 1,241 | 6,28 | 15,2 | 27,99 | 44,67 | 65,23 | 89,66 | 117,9 |
| NB, кВт | 0,0012 | 0,014 | 0,05 | 0,13 | 0,26 | 0,463 | 0,74 | 1,125 |
| Nе, кВт | 15,5 | 37,87 | 61 | 82,5 | 99,7 | 110,1 | 111,1 | 100,11 |
| Nт, кВт | 10,46 | 25,56 | 41,17 | 55,68 | 67,29 | 74,32 | 74,99 | 67,57 |
| Nд, кВт | 1,617 | 3,64 | 5,659 | 7,68 | 9,7 | 11,72 | 13,74 | 15,76 |
| 4 | Va, м/с | 1,74 | 3,93 | 6,113 | 8,29 | 10,48 | 12,66 | 14,84 | 17,03 |
| Рв, Н | 3,95 | 20,01 | 48,43 | 89,19 | 142,32 | 207,8 | 285,63 | 375,8 |
| NB, кВт | 0,007 | 0,078 | 0,297 | 0,747 | 1,497 | 2,637 | 4,247 | 6,4 |
| Nе, кВт | 15,5 | 37,87 | 61 | 82,5 | 99,7 | 110,1 | 111,1 | 100,11 |
| Nт, кВт | 10,46 | 25,56 | 41,17 | 55,68 | 67,29 | 74,32 | 74,99 | 67,57 |
| Nд, кВт | 2,88 | 6,49 | 10,1 | 13,71 | 17,31 | 20,92 | 24,53 | 28,13 |
| 5 | Va, м/с | 3,004 | 6,76 | 10,51 | 14,27 | 18,02 | 21,78 | 25,53 | 29,29 |
| Рв, Н | 11,69 | 59,21 | 143,27 | 263,8 | 421,04 | 614,7 | 845,02 | 1111,8 |
| NB, кВт | 0,035 | 0,4 | 1,5 | 3,76 | 7,59 | 13,39 | 21,58 | 32,56 |
| Nе, кВт | 15,5 | 37,87 | 61 | 82,5 | 99,7 | 110,1 | 111,1 | 100,11 |
| Nт, кВт | 10,46 | 25,56 | 41,17 | 55,68 | 67,29 | 74,32 | 74,99 | 67,57 |
| Nд, кВт | 4,96 | 11,17 | 17,37 | 23,58 | 29,78 | 35,98 | 42,19 | 48,39 |

Таблица 10 – Мощностной баланс автомобиля.

**8 Построение экономической характеристики автомобиля**

***Текущее значение использования мощности в % определяется по формуле:***

 (39)

где:

NД, NВ берутся для высшей передачи коробки передач,

NД рассчитывается при трёх значениях Ψ: Ψ = 0,01, Ψ = 0,02, Ψ = 0,03.

Значение использования мощности при nТ = 400 мин-1 и Ψ = 0,01:

 %

аналогично рассчитываем И , изменяя значения Nд , NB и Ne в соответствии с заданными требованиями. Результаты расчётов сводим в таблицу 11.

***Коэффициент использования мощности двигателя:***

Ки =А - В · И + С · И2 (40)

где:

А,В,С – коэффициенты А = 1,7; В = 2,63; С = 1,92

Коэффициент использования мощности двигателя при nТ = 400 мин-1 и Ψ = 0,01:

Ки = 1,7 - 2,63 · 0,319 + 1,92 · 0,31962 = 1,05

аналогично рассчитываем Ки , изменяя значения И в соответствии с заданными требованиями. Результаты расчётов сводим в таблицу 11.

***Отношение текущего значения частоты вращения коленчатого вала к частоте вращения коленчатого вала при максимальной мощности:***

; (41)

Полученные отношения заносим в таблицу 11.

Для каждого значения отношения  находим коэффициент корректировки расхода топлива Кr по графику Кr = f(nt/nN), который берем в методических указаниях по курсовому проектированию. Значения сводим в таблицу 11.

***Определим расход топлива на 100 км по формуле:***

 (42)

где

 qN – удельный расход топлива, qN =327 (г/кВт\*ч),

 - плотность топлива, = 750 г/л=0,75 кг/л

Расход топлива на 100 км при nТ = 400 мин-1 и Ψ = 0,01:

 л/100 км

аналогично рассчитываем Qs , изменяя значения в соответствии с заданными требованиями. Результаты расчётов сводим в таблицу 11:

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | Частота вращения коленчатого вала, мин-1 |
| 400 | 900 | 1400 | 1900 | 2400 | 2900 | 3400 | 3900 |
| Vа, м/с | 3,004 | 6,76 | 10,51 | 14,27 | 18,02 | 21,78 | 25,53 | 29,29 |
| NB, кВт | 0,035 | 0,4 | 1,5 | 3,76 | 7,59 | 13,39 | 21,58 | 32,56 |
| Nе, кВт |  | 15,5 | 37,87 | 61 | 82,5 | 99,7 | 110,1 | 111,1 | 100,11 |
| Nд, кВт |  | 3,31 | 7,44 | 11,58 | 15,72 | 19,8 | 23,99 | 28,13 | 32,26 |
|  | 6,62 | 14,89 | 23,16 | 31,43 | 39,71 | 47,98 | 56,25 | 64,52 |
|  | 9,93 | 22,3 | 34,74 | 47,15 | 59,56 | 71,97 | 84,38 | 96,79 |
| И, % |  | 31,96 | 30,69 | 31,78 | 34,98 | 40,78 | 50,298 | 66,28 | 95,94 |
|  | 63,59 | 59,81 | 59,91 | 63,21 | 70,28 | 82,58 | 103,78 | 143,68 |
|  | 95,22 | 88,94 | 88,04 | 91,44 | 99,78 | 114,86 | 141,29 | 191,43 |
| Ки |  | 1,05 | 1,073 | 1,058 | 1,0148 | 0,94 | 0,86 | 0,8 | 0,94 |
|  | 0,804 | 0,814 | 0,813 | 0,805 | 0,8 | 0,84 | 1,04 | 1,885 |
|  | 0,93 | 0,879 | 0,87 | 0,9 | 0,98 | 1,21 | 1,82 | 3,7 |
| nТ/nN | 0,124 | 0,278 | 0,433 | 0,587 | 0,74 | 0,897 | 1,05 | 1,206 |
| Kr | 1,15 | 1,05 | 1,015 | 0,975 | 0,96 | 0,985 |  |  |
| Qs, л/100км |  | 24,24 | 23,48 | 23,98 | 24,24 | 24,83 | 26,17 |  |  |
|  | 36,74 | 34,68 | 34,76 | 34,73 | 36,16 | 41,7 |  |  |
|  | 64,084 | 55,75 | 54,8 | 56,2 | 63,36 | 83,96 |  |  |

Таблица 11 – Топливная экономичность автомобиля.

По данным таблицы 11 строится график топливной экономичности автомобиля – рисунок 11.

**Список** **литературы**

1. Глазунов А.В. Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальности 150200-«Автомобили и автомобильное хозяйство». – Иркутск: 2003.-Ч.1. 24с.
2. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплутационных свойств. - М.: Машиностроение, 1989.-240 с.
3. Краткий автомобильный справочник. - НИИАТ, 1983.-223 с.