Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра менеджмент на автомобильном транспорте

Проектировочный расчет автомобиля ВАЗ-2108

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**к курсовому проекту по дисциплине**

**Автомобили**

1.0011.00.00 ПЗ

Выполнил студент группы

шифр подпись И.О. Фамилия

Нормоконтроллёр \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Иркутск 2006 г.

Задание на проектирование

Прототип автомобиля: ВАЗ-2108

Максимальная скорость на прямой передаче на горизонтальном участке пути: Vmax=150 км/ч =42 м/с.

Максимальный коэффициент сопротивления дороги: ψmax=0,35

Номинальная грузоподъёмность: mН=425 кг.

База автомобиля: L=2460 мм.

Вид топлива: бензин.

Удельный эффективный расход топлива: ge=308 г/кВт\*ч.

Частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности: nN=5400 мин-1.

Содержание

Введение

1. Определение полной массы автомобиля

2. Подбор размера шин и расчет радиуса качения

3. Расчет внешней характеристики двигателя

3.1 Частота вращения коленчатого вала двигателя

3.2 Максимальная мощность двигателя

3.3 Построение внешней характеристики двигателя

3.4 Вращающий момент двигателя

4. Выбор передаточных чисел

4.1 Определение передаточного числа главной передачи

4.2 Подбор передаточных чисел коробки передач

4.3 Определение числа передач и передаточных чисел коробки передач

5. Построение тяговой характеристики автомобиля

6. Определение основных показателей динамики автомобиля с механической трансмиссией

6.1 Динамический фактор

6.2 Ускорение автомобиля

6.3 Время разгона

7. Построение графика мощностного баланса

8. Построение экономической характеристики автомобиля

Заключение

Список литературы

## Введение

Целью курсовой работы является определение основных параметров двигателя, трансмиссии и компоновки автомобиля. А так же закрепление знаний по лабораторным работам по курсу "Автомобили".

Делая оценку тягово-скоростных свойств автомобиля, определяется конструктивные параметры, которые могут обеспечить заданные значения скоростей и ускорений в заданных дорожных условиях движения, а также нахождение предельных дорожных условий, т.е. выполню проектировочный тяговый расчёт.

Для проектирования нового автомобиля, за основу, т.е. за прототип, я взял легковой автомобиль-седан ВАЗ-2108. Я сделал свой выбор на этом автомобиле, потому что ВАЗ-2108 и вообще всё семейство автомобилей ВАЗ является одним из лидеров в Отечественном автомобилестроении. Автомобили ВАЗ-2108 и его модификации пользовались огромной популярностью у потребителя Отечественного автомобиля для семьи и работы.

## 1. Определение полной массы автомобиля

Полную массу ma автомобиля определяют как сумму масс снаряженного автомобиля mб и груза mн по номинальной грузоподъемности и число мест пассажиров, включая водителя.

Снаряженная масса определяется по формуле:

, (1)



где ηб - коэффициент снаряженной массы, зависящий от номинальной грузоподъемности. У легковых автомобилей ηб=0,2-0,6

mб= 400/0,4 = 1000 кг

Полная масса легкового автомобиля определяется следующим образом из выражения:

ma= mб +80\*z (2)

где z - число мест в салоне, включая водителя.

ma=1000+80\*5=14000 кг

Полный вес автотранспортного средства определяется по формуле:

Gа=mа\*10, (3)

Gа=1400\*10=14000 H.

## 2. Подбор размера шин и расчет радиуса качения

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

У легковых автомобилей распределение нагрузки от полной массы по мостам зависит в основном от компоновки. При классической компоновке на задний мост приходится 52…55% нагрузки от полной массы, для переднеприводных автомобилей 48%.

Радиус качения колеса rк выбирается в зависимости от нагрузки на одно колесо. Наибольшая нагрузка на колесо определяется положением центра масс автомобиля, которое устанавливается по предварительному эскизу или прототипу автомобиля.

G2=Ga\*48%=14000\*48%=6720Н

G1=Ga\*52%=14000\*52%=7280Н

Следовательно, нагрузку на каждое колесо передней и задней оси автомобиля соответственно можно определить по формулам:

Р1=G1/2, (4)

Р2=G2/8. (5)

P1=7280/2=3360 Н

P2=6720/2=3640 Н

Расстояние от передней оси до центра масс найдем по формуле:

a=G2\*L/Ga (6)

L-база автомобиля, мм.

a= (6720\*2,46) /14000=1,18м.

Расстояние от центра масс до задней оси:

в=L-a (7)

в=2,46-1,18=1,27м

Тип шин (по таблице ГОСТов) - 165-13/6,45-13. По этим размерам можно определить радиус колеса, находящегося в свободном состоянии:

rc=d/2+b (8)

Где b-ширина профиля шины (165 мм)

d - диаметр обода шины (13 дюймов)

1дюйм=25,4мм

rc=13\*25,4/2+165=330 мм

Радиус качения колеса rk определяется с учетом деформации, зависящей от нагрузки:

rk=0.5\*d+ (1-k) \*b (9)

где k - коэффициент радиальной деформации. Для стандартных и широкопрофильных шин k принимают 0,3

rk=0,5\*330+ (1-0,3) \*165=280мм=0,28м

## 3. Расчет внешней характеристики двигателя

Расчет начинается с определения мощности Nev, необходимой для обеспечения движения с заданной максимальной скоростью Vmax.

При установившемся движении автомобиля мощность двигателя в зависимости от дорожных условий может быть выражена следующей формулой (кВт):

Nev=Vmax\* (Ga\*ψv+Kв\*F\*V²max) / (1000\*ηт\*Kp), (10)

где ψv - коэффициент суммарного дорожного сопротивления для легковых автомобилей определяется по формуле:

ψv=0,01+5\*10**-6**\*V²max (11)

ψv=0,01+5\*10**-6**\*1764=0,018

Kв - коэффициент обтекаемости, Кв=0,3 Н\*с²\*м-4

F - лобовая площадь автомобиля, м²

ηт - КПД трансмиссии=0,95

Кр - коэффициент коррекции=0,8

При рекомендуемых температурах масла в агрегатах механической трансмиссии ηт =0,8…0,95. Коэффициент коррекции в данном случае рекомендуется применять Kp=0,6…0,8.

Лобовую площадь для легкового автомобиля находим из формулы:

Fa=0,8\*В\*Нг (12)

где В - габаритная ширина В=1650 мм

Нг - габаритная высота Нг= 1402 мм

Fa=0,8\*1,65\*1,4=1,848 м²

Nev=42\* (14000\*0,018+0,3\*1,848\*42²) / (1000\*0,95\*0,8) =68,6 кВт

## 3.1 Частота вращения коленчатого вала двигателя

Частота вращения коленчатого вала двигателя nv, соответствующая максимальной скорости автомобиля, определяется из уравнения мин-1:

nv= Vmax\*ηn (13)

где ηn - коэффициент оборотистости двигателя.

У существующих легковых автомобилей коэффициент оборотистости двигателя ηn лежит в приделах 30…35.

nv=150\*35= 5250 мин-1

## 3.2 Максимальная мощность двигателя

Максимальную мощность двигателя найдем из формулы:

Nmax=Nev/ (a\*nv/nN+b\* (nv/nN) ²-c\* (nv/nN) ³) (14)

где nv/nN-отношение частоты вращения коленчатого вала двигателя при максимальной скорости движения автомобиля к частоте вращения при максимальной мощности двигателя;

a, b, c - коэффициенты, постоянные для каждого двигателя.

В случае прощеного расчета можно применять для бензиновых двигателей a=b=c=1.

Для построения внешней характеристики при известной мощности Nmax и выбранных коэффициентах a, b, c, принимаем частоту вращения коленчатого вала при максимальной мощности от 5250 мин-1

Nmax=68,6/ (1\*5250/5400+1\* (5250/5400) ²+1\* (5250/5400) ³) =68,7 кВт

## 3.3 Построение внешней характеристики двигателя

Внешнюю характеристику двигателя с достаточной для практических расчетов можно определить по формуле Лейдермана (кВт):

Nе = Nмах \* [a \* + b \* () 2 - c \* () 3],



где nТ - текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя выбирают произвольно через определенный интервал (например, 500, 1500, 2500 и т.д.), но так, чтобы полученных точек характеристики было не меньше семи.

Ne1=68,7\* (1\*500/5400+1 (500/5400) ²-1\* (500/5400) ³) =6,9 кВт

Ne3=68,7\* (1\*1500/5400+1\* (1500/5400) ²-1\* (1500/5400) ³) =22,94 кВт

Аналогично проводим расчет для следующих значений nТ и результаты расчетов сводим в Таблицу 1.

## 3.4 Вращающий момент двигателя

Определим вращающий момент двигателя по формуле:

Mв=30\*Ne/ (nT\*π) (16)

Mв1=30\*6,9\*1000/ (500\*3,14) =131,93 кН\*м

Мв3=30\*22.94/ (1500\*3,14) =146,12 кН\*м

Аналогично проводим расчет для следующих значений nТ и результаты расчетов сводим в Таблицу 1.

Таблица 1 - Внешняя характеристика двигателя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры двигателя | Скоростной режим двигателя | | | | | | | | | |
| 500 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 |
|
| Ne, кВт | 6,90 | 14,66 | 22,94 | 31,42 | 39,76 | 47,65 | 54,75 | 60,74 | 65,28 | 68,06 |
| Me, кН\*м | 131,93 | 140,07 | 146,12 | 150,09 | 151,96 | 151,76 | 149,46 | 145,08 | 138,61 | 130,05 |

По полученным данным таблицы 1 строится внешняя скоростная характеристика рисунок 1.



Рисунок 1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

## 4. Выбор передаточных чисел

## 4.1 Определение передаточного числа главной передачи

Передаточное число главной передачи из условий обеспечения Vmax на высшей передаче

Uг=0,105\*rк\*nv/ (Uдк\*Vmax\*Uкв) (17)

где Uкв - передаточное число высшей передачи дополнительной коробки: Uдк=1…1.44 (Uдк=1, при ее отсутствии). Uкв - высшее расчетное передаточное число коробки передач: Uкв=1

Uг=0,105\*0,28\*5250/ (42\*1,2\*1) =3,06

## 4.2 Подбор передаточных чисел коробки передач

Передаточное число первой передачи Uк1 находим из условия преодоления автомобилем максимального сопротивления дороги ψmax

Uk1=Ga\* ψmax\*rg/ (Mвmax\*Uдк\*Uг\*ηT\*Kp) (18)

Здесь и далее условно можно считать rg=rk

Uk1=14000\*0,35\*0,28/ (149,6\*1,2\*3,06\*0,95\*0,8) =3.28

Полученное Uk1 нужно проверить по условию отсутствия буксования. Буксования не будет, если выполняется неравенство (для заднеприводных автомобилей)

(19)



где: ϕх - суммарный коэффициент сопротивления дороги.

3.28≤ (7280\*0,7\*0,28) / (151\*3,06\*1,2\*0,95\*0,8) \*1,049=3.55

Т.к. 3.28≤3.55, то условие выполняется.

Проверку ведут на сухом шоссе, находящемся в хорошем состоянии, при φх=0,6…0,8. Выбор центра масс hg и база автомобиля L ими задаются в соответствии с эскизным проектом или по прототипу.

## 4.3 Определение числа передач и передаточных чисел коробки передач

Число ступеней зависит от типа, удельной мощности и предназначения автомобиля. Общее число ступеней зависит от диапазона передаточных чисел трансмиссии. Определение структуры ряда передач производится с использованием геометрической прогрессии по формуле:

, (20)



где n - число передач в коробке передач, включая прямую (без учета ускоряющей).



Передаточные числа последующих передач находятся из выражений:

Uk2=Uk1\*q=3,28\*0,6=1.97

Uk3=Uk1\*q²=3,28\*0,6²=1,18

Uk4=Uk1\*q³=3,28\*0,6³=0,71

Для отечественных автомобилей q лежит в пределах 0,5…0,7

## 5. Построение тяговой характеристики автомобиля

Тяговое усилие определяется из выражения:

PT =Mв\*Uг\*Uki\*kр\*ηт/rk (21)

I Pт1= (129\*3,06\*3,28\*1,2\*0,95\*0,8) /0,28=4217H

II Pт1= (129\*1,97\*3,06\*1,2\*0,95\*0,8) /0,28=2532H

Аналогично проводим расчет для каждой из передач для следующих значений оборотов коленвала двигателя, и результаты расчетов сводим в таблицу 2.

Таблица 2 - Тяговая характеристика автомобиля

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Передача | Параметр | Частота вращения коленвала | | | | | | | | | |
| 500 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 |
| I | Pт, Н | 4217 | 4511 | 4708 | 4838 | 4871 | 4891 | 4819 | 4675 | 4479 | 4201 |
| Va, м/с | 1,22 | 2,44 | 3,66 | 4,88 | 6,10 | 7,32 | 8,54 | 9,76 | 10,98 | 12,21 |
| II | Pт, Н | 2533 | 2710 | 2827 | 2906 | 2926 | 2937 | 2894 | 2808 | 2690 | 2523 |
| Va, м/с | 2,03 | 4,06 | 6,10 | 8,13 | 10,16 | 12, 19 | 14,22 | 16,26 | 18,29 | 20,32 |
| III | Pт, Н | 1520 | 1626 | 1697 | 1744 | 1755 | 1763 | 1737 | 1685 | 1614 | 1514 |
| Va, м/с | 3,39 | 6,77 | 10,16 | 13,55 | 16,93 | 20,32 | 23,71 | 27,09 | 30,48 | 33,87 |
| IV | Pт, Н | 912 | 976 | 1018 | 1046 | 1053 | 1058 | 1042 | 1011 | 968 | 908 |
| Va, м/с | 5,64 | 11,29 | 16,93 | 22,58 | 28,22 | 33,87 | 39,51 | 45,15 | 50,80 | 56,44 |

Скорость движения автомобиля на данной передаче при данной частоте вращения коленвала двигателя nт вычисляется по формуле (м/с):

Va=0,105\*rk\*nт/Uг\*Uдк\*Uki (22)

Результаты расчетов сводим в таблицу 2.

I Va1=0,105\* (0,28\*500) / (3,28\*3,06\*1,2) =1,22

II Va1=0,105\* (0,28\*500) / (1,97\*3,06\*1,2) =2,03

Аналогично проводим расчёт для каждой из передач для следующих значений оборотов коленвала двигателя, и результаты расчётов сводим в таблицу 2.

На основании таблицы строится тяговая характеристика автомобиля Pт=f (Va) для каждой передачи рисунок 2.



Рисунок 2 - Тяговая характеристика автомобиля

Тяговое усилие, подводимое к ведущим колесам автомобиля, расходуется на преодоление сопротивлений качению, воздуха, подъему, инерции.

Сопротивление воздуха определяется соотношением (Н):

Рв=Кв\*F\*Va² (23)

Результаты расчетов сводим в таблицу 3

I Рв=0.3\*1.848\*1.22²=0.82 H

II Рв=0.3\*1.848\*2.03²=2.28 Н

Аналогично проводим расчёт для каждой из передач для следующих значений оборотов коленвала двигателя, и результаты расчётов сводим в таблицу 3.

Таблица 3 - Сила сопротивления воздуха

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Передача | Параметр | Частота вращения коленвала | | | | | | |
| 500 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| I | Va, м/с | 1,221 | 2,441 | 3,662 | 4,882 | 6,103 | 7,323 | 8,544 |
| Pв, Н | 0,826 | 3,303 | 7,433 | 13,21 | 20,65 | 29,73 | 40,47 |
| Pвс, Н | 4216 | 4508 | 4700 | 4825 | 4850 | 4861 | 4778 |
| II | Va, м/с | 2,032 | 4,064 | 6,096 | 8,128 | 10,16 | 12, 19 | 14,22 |
| Pв, Н | 2,2894 | 9,1576 | 20,605 | 36,63 | 57,235 | 82,418 | 112,18 |
| Pвс, Н | 2531 | 2700 | 2807 | 2869 | 2868 | 2855 | 2782 |
| III | Va, м/с | 3,3 | 6,7 | 10,1 | 13,5 | 16,9 | 20,3 | 23,7 |
| Pв, Н | 6,037 | 24,89 | 56,55 | 101 | 158,3 | 228,5 | 311,4 |
| Pвс, Н | 1514 | 1601 | 1640 | 1643 | 1597 | 1534 | 1425 |
| IV | Va, м/с | 5,6 | 11,2 | 16,9 | 22,5 | 28,2 | 33,8 | 39,5 |
| Pв, Н | 17,39 | 69,54 | 158,3 | 280,7 | 440,9 | 633,4 | 865 |
| Pвс, Н | 895 | 906 | 860 | 766 | 612 | 424 | 177 |

Определим свободную силу тяги автомобиля:

Рсв=Рт-Рв (24)

I Рсв=4217-0.82=4216 Н

II Рсв=2533-2.28=2531 Н

Аналогично проводим расчет Рт, Va, Рв, Рсв для каждой из передач для следующих значений оборотов коленвала двигателя и результаты расчетов сводим в таблицу 3. На основании таблицы строится тяговая характеристика автомобиля Pсв=f (Va) для каждой передачи рисунок 3.



Рисунок 3 - Тяговая характеристика автомобиля

## 6. 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:

D=Pсв/Ga (25)

Производим расчет динамического фактора при движении автомобиля с 500 до 6000 мин-1 оборотов коленчатого вала на первой передаче.

I D1=6592/17701,25= 0,37

II D1=4217,7/17701,25=0,24

Графическую зависимость динамического фактора от скорости на всех передачах называют динамической характеристикой автомобиля. Значения динамического фактора для различных передач заносят в таблицу 4

Таблица 4 - Динамический фактор

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Передача | Параметр | Частота вращения коленвала двигателя, мин-1 | | | | | |
| 500 | 1500 | 2500 | 3500 | 4500 | 5500 |
| I | Va, м/с | 1,2 | 3,6 | 6,1 | 8,5 | 11 | 13,4 |
| D | 0,37 | 0,41 | 0,42 | 0,4 | 0,35 | 0,26 |
| II | Va, м/с | 1,9 | 5,7 | 9,5 | 13,3 | 17,1 | 21 |
| D | 0,24 | 0,26 | 0,27 | 0,25 | 0,21 | 0,16 |
| III | Va, м/с | 2,9 | 8,9 | 14,9 | 20,9 | 26,7 | 32,7 |
| D | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,12 | 0,07 |
| IV | Va, м/с | 4,7 | 14 | 23,4 | 32,7 | 42 | 51,4 |
| D | 0,096 | 0,1 | 0,09 | 0,06 | 0,03 | - 0,02 |

На основании таблицы 4 строится динамическая характеристика автомобиля D=f (Va) для каждой передачи рисунок 4.

## 6.2 Ускорение автомобиля

Ускорение на горизонтальной дороге определяется из выражения (м/с2)

ja= (D-ψ) \*g/δ, (26)

где ψ - коэффициент сопротивления дороги ψ=0,015;

δ - коэффициент учета вращающихся масс.

Определим коэффициент учета вращающихся масс по формуле:

δ= δ1+1+ δ2\*Uk², (27)

где Uk - передаточное число коробки передач; δ1=0,05; δ2=0,07.

Найдем коэффициент учета вращающихся масс на каждой передаче:

I δ=0.05+1+0.07\*3,8²=2,06

II δ=0.05+1+0.07\*2,432²=1,465

Найдем ускорение при движении автомобиля на горизонтальной дороге с 500 до 5500 мин-1 оборотов коленчатого вала на каждой передаче:

I ja1= (0,37-0,015) \*9,8/2,06=1,736

II ja1= (0,24-0,015) \*9,8/1,465=1,505

Данные расчета сводим в таблицу 5, в которую также заносим значения величин обратных ускорению 1/ja

Таблица 5 - Ускорение автомобиля

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Передача | Параметр | Частота вращения коленвала двигателя, мин-1 | | | | | |
| 500 | 1500 | 2500 | 3500 | 4500 | 5500 |
| I | Va, м/с | 1,2 | 3,6 | 6,1 | 8,5 | 11 | 13,4 |
| ja м/с | 1,736 | 1,88 | 1,927 | 1,831 | 1,6 | 1,16 |
| 1/ja с2/м | 0,6 | 0,53 | 0,52 | 0,55 | 0,625 | 0,86 |
| II | Va, м/с | 1,9 | 5,7 | 9,5 | 13,3 | 17,1 | 21 |
| ja м/с | 1,505 | 1,64 | 1,706 | 1,57 | 1,304 | 0,97 |
| 1/ja с2/м | 0,66 | 0,61 | 0,59 | 0,64 | 0,77 | 1,03 |
| III | Va, м/с | 2,9 | 8,9 | 14,9 | 20,9 | 26,7 | 32,7 |
| ja м/с | 1,085 | 1,165 | 1,165 | 1,085 | 0,84 | 0,44 |
| 1/ja с2/м | 0,92 | 0,86 | 0,86 | 0,92 | 1,2 | 2,3 |
| IV | Va, м/с | 4,7 | 14 | 23,4 | 32,7 | 42 | 51,4 |
| ja м/с | 0,67 | 0,7 | 0,62 | 0,37 | 0,12 | 0,04 |
| 1/ja с2/м | 1,5 | 1,43 | 1,61 | 2,7 | 8,33 | 25 |

По данным таблицы 5 строим графики зависимостей ja=f (Va) рисунок 5 и 1/ ja=f (Va) рисунок 6 для каждой передачи.

## 6.3 Время разгона

Графически интегрируем график значений обратных ускорений. По графику величин обратных ускорений строим огибающую. Ее отрезок на промежутке от 0 до 27.7 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 обратных ускорений и разницу между концом и началом отрезков оси ординат подставим в формулу:

Δt=1/ja\*ΔV (28), Δt1=5\* (14-7) =35, Δt2=5\* (28-21) =35, Δt3=6\* (42-35) =42, Δt4=10\* (56-49) =70

Результаты измерений и расчетов заносим в таблицу 6.

Таблица 6 - Интегрирование графика обратных ускорений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1/ja, мм | ΔV мм | Δt мм² |
| 5 | 7 | 35 |
| 5 | 7 | 35 |
| 6 | 7 | 42 |
| 10 | 7 | 70 |

Из таблицы 6 имеем:

∑ Δt=35+35+42+70=182 мм²

Определим время разгона до скорости 27,7 м/с по формуле:

t=∑ Δt\*a\*b, (29)

где a - масштаб скорости MVa, м\*с/мм; МVa=0,5 м/с/мм

b - масштаб обратного ускорения M1/ja, с²\*м/мм; М1/ja=0,1 с2/м/мм.

t=182\*0,5\*0,1=91с

Время разгона от скорости Vo до скорости V1 определяется по формуле:

t1= Δt1\*a\*b. (30)

t1=35\*0,5\*0,1=1,75c

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

t2= (Δt1+ Δt2) \*a\*b. (31)

t2= (35+35) \*0,5\*0,1=3,5c

Аналогично находим t3, t4, до скорости 27,7 м/с

По полученным значениям t и графику обратных ускорений определяем значения Va и результаты приводим в таблицу 7.

Таблица 7 - Время разгона

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| t, с | 1,75 | 3,5 | 3,85 | 5,6 |
| Va, м/с | 7 | 14 | 21 | 27,7 |

По значениям таблицы 7 строим график пути разгона - рисунок 7.

**Путь разгона.** Путь разгона можно определить с помощью интегрирования кривой t=f (Va). Результаты измерений занесем в таблицу 8.

Таблица 8 - Интегрирование графика пути разгона

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| t, мм | ΔV, мм | ΔS, мм² |
| 10 | 13,85 | 138,5 |
| 29 | 13,85 | 401,65 |
| 37 | 13,85 | 512,45 |
| 44 | 13,85 | 609,4 |

Из таблицы 8 имеем:

∑ΔS=138,5+401,65+512,45+609,4=1662 мм²

Путь разгона до скорости 27,7 м/с определим по формуле:

S=∑ΔS\*a\*c; (32)

где a - масштаб скорости a, м\*с/мм; a=4 м/с/мм; с - масштаб времени с, с/мм; c=0,1 с/мм.

S=1662\*4\*0,1=664,8 м.

## 7. Построение графика мощностного баланса

Иногда для решения задач удобнее пользоваться графиком мощностного баланса. Используя внешнюю скоростную характеристику, для каждой передачи определяем Ne как функцию от скорости Va.

Чтобы учесть несоответствие между мощностями, тяговую мощность определяют так:

Nт=Ne\*ηт\*Кp (33)

Nт1=8,9\*0,9\*0,8=6,408 кВт

Nт2=29,72\*0,9\*0,8=21,41 кВт

Данные расчета сводим в таблицу 9.

Таблица 9 - Мощностной баланс автомобиля

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Передача | Параметр | | Частота вращения коленвала двигателя, мин-1 | | | | | |
| 500 | 1500 | 2500 | 3500 | 4500 | 5500 |
| I | Va, м/с | | 1,2 | 3,6 | 6,1 | 8,5 | 11 | 13,4 |
| Рв, Н | | 0,92 | 8,25 | 24 | 46 | 77 | 114,5 |
| Nв, кВт | | 0,0011 | 0,03 | 0,146 | 0,391 | 0,847 | 1,575 |
| Ne, кBт | | 8,9 | 29,72 | 50,82 | 67,8 | 76,2 | 71,69 |
| Nт, кВт | | 6,408 | 21,41 | 36,57 | 48,8 | 54,86 | 51,63 |
| Nд, кВт | ψ=0,015 | 0,319 | 0,956 | 1,62 | 2,257 | 2,92 | 3,558 |
| ψ=0,02 | 0,425 | 1,2745 | 2,16 | 3 | 3,9 | 4,744 |
| ψ=0,025 | 0,531 | 1,59 | 2,7 | 3,76 | 4,87 | 5,93 |
| II | Va, м/с | | 1,9 | 5,7 | 9,5 | 13,3 | 17,1 | 21 |
| Рв, Н | | 2,3 | 20,7 | 57,5 | 112,7 | 186,4 | 281 |
| Nв, кВт | | 0,004 | 0,118 | 0,546 | 1,5 | 3, 19 | 5,9 |
| Ne, кBт | | 8,9 | 29,72 | 50,82 | 67,8 | 76,2 | 71,69 |
| Nт, кВт | | 6,408 | 21,41 | 36,57 | 48,8 | 54,86 | 51,63 |
| Nд, кВт | ψ=0,015 | 0,504 | 1,513 | 2,52 | 3,53 | 4,54 | 5,576 |
| ψ=0,02 | 0,67 | 2,02 | 3,36 | 4,7 | 6,05 | 7,43 |
| ψ=0,025 | 0,84 | 2,52 | 4,2 | 5,88 | 7,57 | 9,3 |
| III | Va, м/с | | 2,9 | 8,9 | 14,9 | 20,9 | 26,7 | 32,7 |
| Рв, Н | | 5,4 | 50,5 | 141,5 | 278,5 | 454 | 682 |
| Nв, кВт | | 0,016 | 0,449 | 2,1 | 5,82 | 12,12 | 22,3 |
| Ne, кBт | | 8,9 | 29,72 | 50,82 | 67,8 | 76,2 | 71,69 |
| Nт, кВт | | 6,408 | 21,41 | 36,57 | 48,8 | 54,86 | 51,63 |
| Nд, кВт | ψ=0,015 | 0,77 | 2,36 | 3,96 | 5,55 | 7,09 | 8,68 |
| ψ=0,02 | 1,03 | 3,15 | 5,3 | 7,4 | 9,45 | 11,6 |
| ψ=0,025 | 1,28 | 3,94 | 6,6 | 9,25 | 11,8 | 14,5 |
| IV | Va, м/с | | 4,7 | 14 | 23,4 | 32,7 | 42 | 51,4 |
| Рв, Н | | 14 | 125 | 349 | 682 | 1124 | 1684 |
| Nв, кВт | | 0,066 | 1,75 | 8,17 | 22,3 | 47,2 | 86,5 |
| Ne, кBт | | 8,9 | 29,72 | 50,82 | 67,8 | 76,2 | 71,69 |
| Nт, кВт | | 6,408 | 21,41 | 36,57 | 48,8 | 54,86 | 51,63 |
| Nд, кВт | ψ=0,015 | 1,25 | 3,72 | 6,21 | 8,7 | 11,15 | 13,65 |
| ψ=0,02 | 1,66 | 4,95 | 8,3 | 11,6 | 14,87 | 18,2 |
| ψ=0,025 | 2,08 | 6,2 | 10,3 | 14,5 | 18,6 | 22,75 |

Мощность, затрачиваемую на преодоление сопротивления воздуха, определим по формуле:

Nв=Рв\*Va/1000 (34)

I Nв1=0,92\*1,2/1000=0,0011 кВт

II Nв1=1,9\*2,3/1000=0,004 кВт

Аналогично проводим расчёт для каждой из передач для следующих значений оборотов коленвала двигателя, и результаты расчётов сводим в таблицу 9.

Мощность, затрачиваемую на преодоление сопротивления дороги определим по формуле:

Nд=Ga\*ψ\*Va/1000, (35), I Nд1=17701,25\*0.015\*1,2/1000=0,319

II Nд1=17701,25\*0,015\*1,9/1000=0,504

Аналогично проводим расчёт для каждой из передач для следующих значений оборотов коленвала двигателя и для различных коэффициентов ψ=0,015; ψ=0,02; ψ=0,025. Данные расчета сводим в таблицу 9.

По данным таблицы 9 строится график мощностного баланса рисунок 8.

## 8. Построение экономической характеристики автомобиля

Текущее значение использования мощности в% определяется по формуле:

И=100 [ (Nд+Nв) /Ne\*ηт\*Кp] (36)

Рассчитаем текущее значение использования мощности на четвёртой передачи:

И500= 100 [ (1,25+0,066) /8,9\*0,95\*0,8] =20,54%

Аналогично проводим расчёт для следующих значений оборотов коленвала двигателя и для различных коэффициентов ψ=0,015; ψ=0,025, и результаты расчётов сводим в таблицу 10.

Таблица 10. Топливная экономичность автомобиля. (IV передача)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | | Скоростной режим работы двигателя, n мин-1 | | | | | |
| 500 | 1500 | 2500 | 3500 | 4500 | 5500 |
| Va, м/с | | 4,7 | 14 | 23,4 | 32,7 | 42 | 51,4 |
| NB, кВт | | 0,066 | 1,75 | 8,17 | 22,3 | 47,2 | 86,5 |
| Nе, кВт | | 8,9 | 29,72 | 50,82 | 67,8 | 76,2 | 71,69 |
| NД, кВт | ψ=0,015 | 1,25 | 3,72 | 6,21 | 8,7 | 11,15 | 13,65 |
| ψ=0,02 | 1,66 | 4,95 | 8,3 | 11,6 | 14,87 | 18,2 |
| ψ=0,025 | 2,08 | 6,2 | 10,3 | 14,5 | 18,6 | 22,75 |
| И,% | ψ=0,015 | 20,54 | 25,56 | 39,3 | 63,5 | 106,35 | 194 |
| ψ=0,02 | 26,9 | 31,3 | 45,01 | 69,4 | 113,3 | 202,8 |
| ψ=0,025 | 33,5 | 37,15 | 50,5 | 75,4 | 119,9 | 211,65 |
| КИ | ψ=0,015 | 1,24 | 1,15 | 0,963 | 0,804 | 1,074 | 4,85 |
| ψ=0,02 | 1,31 | 1,065 | 0,905 | 0,8 | 1,185 | 4,26 |
| ψ=0,025 | 1,03 | 0,988 | 0,86 | 0,808 | 1,307 | 4,734 |
| n/nN | | 0,106 | 0,32 | 0,53 | 0,745 | 0,96 | 1,17 |
| Kr | | 1,15 | 1,05 | 0,98 | 0,96 | 1,03 | 1,25 |
| QS, л/100 км. | ψ=0,015 | 1,53 | 1,89 | 2,4 | 2,935 | 5,63 | 35,64 |
| ψ=0,02 | 1,83 | 2,14 | 2,6 | 3,2 | 6,6 | 32,73 |
| ψ=0,025 | 2,07 | 2,36 | 2,75 | 3,5 | 7,73 | 38 |

Для каждого значения оборотов коленчатого вала находим коэффициент корректировки расхода топлива Кr по графику Кr=f (nT/nN). Его значения сводим в таблицу 10.

Принимается согласно [2; стр.90]. Его значения сводим в таблицу 10.

Определим коэффициент использования мощности двигателя по формуле:

, (37)



где А, В, С - коэффициенты А=1,7; В=2,63; С=1,92.

Определим коэффициент использования мощности двигателя на четвёртой передачи:

КИ500=1,7-2,63\*0, 2054+1,92\*0, 20542=1,24;

КИ1500=1,7-2,63\*25,56+1,92\*25,562=1,15.

Аналогично проводим расчёт для следующих значений оборотов коленвала двигателя и для различных коэффициентов ψ=0,015; ψ=0,025, и результаты расчётов сводим в таблицу 10.

Определим расход топлива на 100 км по формуле (л/100 км):

, (38)



где qN - удельный расход топлива (г/кВт\*ч); ρТ - плотность топлива ρТ=750 г/л. Удельный расход топлива определяется из формулы:

. (39)



где qemin=250 г/кВт\*ч.

qN=1,1\*250=275 г/кВт\*ч.

Аналогично находим значения QS для всех значений частоты вращения и для различных коэффициентов ψ=0,015; ψ=0,025 и результаты заносим в таблицу 10, по которой строим график экономической характеристики автомобиля - рисунок 10, а также определяем средний расход топлива на прямой передаче в л/100 км.

При nT=500 мин-1 и nT=1500 мин-1:

QS500=275\*1,12\*1,24\* (1,25+0,066) / (36\*16,92\*0,75\*0,9\*0,8) =1,53 л/100 км.

QS1500=275\*1,07\*1,15\* (3,72+1,75) / (36\*50,4\*0,75\*0,9\*0,8) =1,89 л/100 км.

## Заключение

В результате проектирования нового автомобиля был конструктивно рассчитан автомобиль ГАЗ-31029.

Были определены все основные технические показатели автомобиля и подобраны шины (по ГОСТ).

Если сравнить полученные значения с прототипом, можно сделать вывод, что они практически совпадают

## 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. Главный конструктор АО “ГАЗ”Ю.В. Кудрявцев. Автомобили **"**Волга" ГАЗ-31029. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. Издательство “За рулём", 1997. - 184с.