**Введение**

Автомобили в структуре современного промышленного и сельскохозяйственного производства являются мобильными транспортными средствами, получившими широкое распространение. От знания устройства автомобилей и умение грамотно эксплуатировать их во многом зависит эффективное и экономичное использование транспортных средств.

При изучении дисциплины «Автомобили» рассматриваются конструкции основных современных автомобилей и их двигателей, теория, конструирование и расчет двигателей и автомобилей.

Проведение практических расчетов закрепляет основы теории и расчёта автомобилей и позволяет освоить основные технические показатели и характеристики автомобилей.

Составной частью курсовой работы является проведение теплового расчёта двигателя проектируемого автомобиля. Тепловой расчёт позволяет аналитически с достаточной степенью точности определить основные параметры вновь проектируемого или модернизируемого двигателя, а также оценить индикаторные и эффективные показатели его работы. Результаты теплового расчёта ДВС в дальнейшем используются для расчёта и построения теоретической внешней скоростной характеристики двигателя, в свою очередь используемую при расчёте динамики автомобиля.

**1. Определение необходимой мощности двигателя**

При установившемся движении мощность автомобиля расходуется на преодоление сопротивления дороги и воздуха.



где Ga, Gr – вес автомобиля и груза, Н;

Pw – сила сопротивления воздуха при скорости движения V (м/с), Н;

ηтр **–** КПД трансмиссии; (0.8 – 0.92) ηтр=0,82

f – осредненный коэффициент сопротивления качению, который обычно находится экспериментально для определенных дорожных условий и шин. f=0,025–0,035, принимаем f=0,025

Pw = k ⋅ F ⋅ V2

где k – коэффициент обтекаемости, Н ⋅ с2/м4 принимаем k=0.5

F – площадь лобового сопротивления, м2

F=Br•Hr=1.65•2.15=3.5 м2

Br, Hr – габаритные ширина и высота, м;

Pw=0.5•3.5•376.36=667.5 H

кВт

**2.** **Тепловой расчёт двигателя**

Выбор исходных данных для расчёта рабочего цикла двигателя.

Для выполнения теплового расчёта использовалась программа на ЭВМ, разработанная по методике, изложенной в [1].

Элементарный состав топлива

Жидкое моторное топливо нефтяного происхождения характеризуется следующим элементарным составом (по массе)

C+H+O=1 кг

где C, H, O – содержание соответственно углерода, водорода и кислорода в 1 кг топлива.

При выполнении расчётов рабочего цикла двигателя кроме элементарного состава топлива следует задать удельную низшую теплоту сгорания Qн и среднюю молярную массу mт топлива.

C=0.855 кг

H=0,145 кг

Qн=115 г./моль

mт=44000 кДж/кг

Коэффициент избытка воздуха

Коэффициент избытка воздуха **a** определяет состав горючей смеси. Его значение зависит от типа смесеобразования, условий воспламенения и сгорания топлива, а также от режима работы двигателя. Коэффициент избытка воздуха влияет на количество выделяемой теплоты и состав продуктов сгорания.

Рекомендуемые величины **a** для номинального режима работы: карбюраторных бензиновых двигателей – 0,85–0,95; принимает **a=0.85**

Степень сжатия

В двигателях с воспламенением от электрической свечи значение **ε** ограничивается по условию предупреждения явления детонации и выбор её зависит от антидетонационных свойств топлива. Большое значение для бездетонационной работы карбюраторного двигателя имеют также материалы, применяемые при изготовлении камеры сгорания. Например, замена чугунной головки блока на алюминиевую позволяет повысить **ε** на 0,5, а замена чугунного поршня на алюминиевый – на 0,4…0,7. Характерные величины степени сжатия **ε**: для бензиновых карбюраторных двигателей – 6…11; принимаем **ε=6,69899**

Подогрев заряда

Степень подогрева заряда ΔТ – изменение его температуры при движении по впускному тракту и внутри цилиндра. Значение подогрева заряда ΔТ зависит от конструкции и установки на двигателе впускного трубопровода, организации его подогрева и скоростного режима двигателя. Повышение ΔТ улучшает процесс испарения топлива, но при этом снижается плотность заряда, что отрицательно влияет на наполнение цилиндров и мощность двигателя.

Для четырехтактного автотракторного двигателя значение ΔТ принимают в следующих пределах:

* для карбюраторных двигателей – I0…30 К, ΔТ=10 К; принимаем **ΔТ=10К**

Давление и температура остаточных газов

Температура остаточных газов для карбюраторных двигателей 900–1100 К. Давление остаточных газов зависит от числа и расположения клапанов, сопротивления впускного и выпускного трактов, фаз газораспределения, частоты врaщения и нагрузки двигателя, способа наддува и других факторов и определяется давлением среды в которую происходит выпуск отработавших газов, то есть давлением окружающей среды при выпуске в атмосферу или давлением перед турбиной при газотурбинном наддуве.

Для автотракторных двигателей без наддува при выпуске в атмосферу давление остаточных газов принимают: **Pr=(1,05 … 1,25) P0,**

где **P0** *–* давление окружающей среды, **P0** = 0,1013 МПа.

Pr=0,108 МПа.

Понижение давления на впуске

У четырёхтактных автотракторных двигателей значение ΔPa составляет: для карбюраторных двигателей – (0,05–0,2) Pk

Показатель политропы сжатия

Ориентировочные значения показателя политропы сжатия для современных автотракторных двигателей находятся в следующих пределах: для карбюраторных двигателей (при полном открытии дроссельной заслонки) – 1,34…1,39; принимаем **n1=1.34**

Показатель политропы расширения

Ориентировочные значения среднего показателя политропы расширения для современных автомобильных и тракторных двигателей при номинальной нагрузке находится в пределах: для карбюраторных двигателей – 1,23–1,30; принимаем **n2=1.25**

Коэффициент использования теплоты

Коэффициент использования теплоты для современных автотракторных двигателей находится в следующих пределах: для карбюраторных двигателей – 0,85–0,95; принимаем **ξ=0,85**

Коэффициент полноты диаграммы

Коэффициент полноты диаграммы принимают: для карбюраторных двигателей – 0,94–0,97; принимаем **φп=0,949**

**3. Расчет внешней скоростной характеристики двигателя**

Расчет внешней скоростной характеристики двигателя проектируемого автомобиля ведем по источнику [6] с. 26 – 27, а также при помощи компьютерной программы для данного расчета.

Согласно исходным данным получаем соответствующие параметры внешней скоростной характеристики.

Графический материал прилагается.

**4.** **Подбор передаточных чисел трансмиссии**

Передаточное число трансмиссии состоит из трех составляющих:

iтр=ik•iд•i0,

где ik – передаточное число коробки передач (на высшей передаче), по НИИАТ ik=1

i0 – передаточное число главной передачи;

iд – передаточное число в дополнительной коробке – делителе, iд=1,25 (1 – 1.5).

Максимальную скорость автомобиль развивает на высшей передаче:

V=2•π•rk•nн/iтр,

где rk – радиус качения колеса.

Отсюда i0=2•π•rk•nн/ik•iд•V.

Для определения радиуса качения колеса находится нормальная нагрузка на одну шину полностью нагруженного автомобиля:

;

,

где Rз1, Rп1 – нагрузка на одну шину задней и передней оси соответственно, Н;

mа и mг – масса автомобиля и груза соответственно, кг;

nшз и nшп – число шин задней и передней оси соответственно;

β – степень загруженности задней оси: β=Rз/R0,

где Rз – масса, приходящаяся на заднюю ось автомобиля – прототипа с грузом (полная масса), кг.

R0 – общая масса автомобиля-прототипа с грузом.

**β= 3610/5170=0.698**

По нагрузке на одну шину подбирается её модель. Принимаем шину **235–15/9,35–15**, [1]

Затем определяется радиус качения колес с учетом коэффициента вертикальной деформации шины.

rk=0.5•d+λсм•H

где λсм – коэффициент вертикальной деформации шины (коэффициент смятия); λсм=0,8–0,85; [1]

принимаем λсм=0,82

Н – высота профиля, м; Н=В•0,82=0,1927

d – посадочный диаметр обода, м; d=0,381 м;

rk=0,5•0,381+0,82•0,1927=0,3485 м

i0=2•π•rk•nН/ik2•V

nH=2580 об/мин=43 об/с

V=70 км/ч=19,44 м/с

i0(расч)=2•3,14•0,3485•43/19,44=4,84

уточним i0(расч), принимаем z1=15

z2=z1•i0(расч)

z2=15•4.84=72.6; принимаем z2=73

i0(уточ)=z2/z1

i0(уточ)=73/15=4.86

Максимальная окружная сила, определяемая сцеплением колес с дорогой реализуется на низких передачах при малых скоростях движения, при которых

Rk max=φ•λk•G

где λk – коэффициент нагрузки ведущих колес движущегося автомобиля.

λk=K•λст;

где К – коэффициент перераспределения нагрузки по осям при разгоне с максимальным ускорением, при приводе на заднюю ось К=1,05–1,12 [1]; принимаем К=1,08

λст=GB/G

λст=0,698

λк=1,08•0,698=0,75

φ – коэффициент сцепления для сухой грунтовой поверхности, φ=0,65–0,7; принимаем φ=0,68

Максимальный динамический фактор автомобиля:

Dmax=φ•λk

Dmax=0,68•0,698•108=103

Отсюда передаточное число в КПП на первой передаче:







где z – число степеней коробки передач; z=4



Передаточные отношения на следующих передачах определяются по формулам:

ik2 = ik1/q = 10.6/2.2 = 4.8

ik3 = ik2/q = 4.8/2.2 = 2.2

ik4 = ik3/q = 2.2/2.2 = 1

Уточним передаточные числа:

**Для первой передачи**

ik1// = ik1/ik1/ = 10.6 / 2 = 5.3

ik1 = 10.6

ik1/ = 2

принимаем z1 = 34

z2 = z1•ik1/ = 34•2 = 68

∑z = 34+68 = 102

z3 = ∑z / (1+ik1//) = 102/(1+5.3) = 16.199 ≈ 16

z4 = ∑z – z3 = 102 – 16 = 86

ik1// = z4 / z3 = 5.375

ik1(уточ) = ik/ • ik1(уточ)// = 2 • 5.375 = 10.75

**Для второй передачи**

ik2// = ik2/ik1/ = 4,8 / 2 = 2.4

ik2 = 4.8

ik2/ = 2

∑z = 102

z5 = ∑z / (1+ik2//) = 102 / (1+2.4) = 30

z6 = ∑z – z5 = 72

ik2 (уточ)// = z6 / z5 = 2.4

ik2(уточ) = ik2/ • ik2(уточ)// = 2 • 2.4 = 4.8

**Для третьей передачи**

ik3// = ik3 / ik3/ = 2.2 / 2 = 1.1

ik3 = 2.2

ik3/ = 2

∑z = 102

z7 = ∑z / (1+ik3//) = 102 / (1+1.1) = 48.57 ≈ 48

z8 = ∑z – z7 = 102 – 48 = 54

ik3(уточ)// = z8 / z7 = 1.1

ik3(уточ) = ik3 • ik3(уточ)// = 2 • 1.1 = 2.2

iтр (на 1) = 10.75 • 1 • 4.84 = 52.03

iтр (на 2) = 4.8 • 1 • 4.84 = 23.232

iтр (на 3) = 2.2 • 1 • 4.84 = 10.65

iтр (на 4) = 1 • 1 • 4.84 = 4.84

**5. Динамический расчёт автомобиля**

Графическое изображение зависимости динамического фактора от скорости движения автомобиля называется динамической характеристикой автомобиля. Для построения теоретической динамической характеристики необходимы данные внешней скоростной характеристики двигателя [Me=f(n)], параметры ходовой части (rk) и передаточные числа трансмиссии (iтр).

На зависимости Me=f(n) выделяют не менее пяти точек. Для выделенных точек последовательно определяют:

1. Скорость движения автомобиля

V = 2 • π • rk • n / iтр

1. Силу сопротивления воздушного потока

Pw = k • F • V2

1. Касательную силу тяги на колесах

Pk = Me • iтр • ξтр / rk

1. Динамический фактор порожнего автомобиля

D = (Pk – Pw) / Ga

Каждая линия динамической характеристики автомобиля определяется не менее чем по пяти точкам. Вышеперечисленную последовательность повторяют для каждой передачи КПП, изменяя величину передаточного отношения трансмиссии.

**Рассмотрим 1-ю передачу:**

ik1 = 10.75; i0 = 4.84; rk = 0.3485; iтр = 52.03

Берем любые пять точек из данных внешней скоростной характеристики. Для них:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n (об/мин) | 645 | 1032 | 1419 | 1999 | 2580 |
| Me (H • M) | 196.56809 | 205.25848 | 206.49996 | 194.3955 | 165.53103 |

1. Ищем скорость движения автомобиля по заданным пяти точкам:

V1 = 2 • 3.14 • 0.3485 • 645 / 52.03 • 60 = 0.1666

V2 = 2 • 3.14 • 0.3485 • 1032 / 52.03 • 60 = 0.7235

V3 = 2 • 3.14 • 0.3485 • 1419 / 52.03 • 60 = 0.9948

V4 = 2 • 3.14 • 0.3485 • 1999 / 52.03 • 60 = 1.4014

V5 = 2 • 3.14 • 0.3485 • 2580 / 52.03 • 60 = 1.8087

Ищем силу сопротивления воздушного потока по заданным пяти точкам:

Pw(1) = 0.5 • 3.5 • (0.1666)2 = 0.2916

Pw(2) = 0.5 • 3.5 • (0.7235)2 = 0.916

Pw(3) = 0.5 • 3.5 • (0.9948)2 = 1.7319

Pw(4) = 0.5 • 3.5 • (0.4014)2 = 3.4369

Pw(5) = 0.5 • 3.5 • (0.8087)2 = 5.7249

1. Ищем касательную силу тяги по заданным пяти точкам:

Pk(1) = 196.56809 • 52.03 • 0.82 / 0.3485 = 24064.56

Pk(2) = 205.25848 • 52.03 • 0.82 / 0.3485 = 25128.47

Pk(3) = 206.49996 • 52.03 • 0.82 / 0.3485 = 25280.45

Pk(4) = 194.3955 • 52.03 • 0.82 / 0.3485 = 23798.58

Pk(5) = 165.53103 • 52.03 • 0.82 / 0.3485 = 20264.89

1. Ищем динамический фактор порожнего автомобиля по заданным пяти точкам:

D(1) = (24064.56 – 0.2916) / 24525 = 0.9812

D(2) = (25128.47 – 0.916) / 24525 = 1.0246

D(3) = (25280.45 – 1.7319) / 24525 = 1.0307

D(4) = (23798.58 – 3.4369) / 24525 = 0.9702

D(5) = (20264.89 – 5.7249) / 24525 = 0.8261

**Рассмотрим 2-ю передачу:**

ik2 = 4.8; i0 = 4.84; rk = 0.3485; iтр = 23.232

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | Me | V | Pw | Pk | D |
| 645 | 196.58609 | 1.0127 | 1.7947 | 10745.11 | 0.4381 |
| 1032 | 205.25848 | 1.6203 | 4.5944 | 11220.15 | 0.4573 |
| 1419 | 206.49996 | 2.2279 | 8.68625 | 11288.02 | 0.4599 |
| 1999 | 194.3955 | 3.1386 | 17.2389 | 10626.34 | 0.4326 |
| 2580 | 165.53103 | 4.0508 | 28.7357 | 9048.51 | 0.3678 |

**Рассмотрим 3-ю передачу:**

ik3 = 2.2; i0 = 4.84; rk = 0.3485; iтр = 10.65

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | Me | V | Pw | Pk | D |
| 645 | 196.58609 | 2.2091 | 8.5402 | 4925.77 | 0.2005 |
| 1032 | 205.25848 | 3.5346 | 21.8635 | 5143.54 | 0.2088 |
| 1419 | 206.49996 | 4.8601 | 41.3360 | 5174.65 | 0.2093 |
| 1999 | 194.3955 | 6.8466 | 82.0329 | 4871.32 | 0.1952 |
| 2580 | 165.53103 | 8.8365 | 136.6465 | 4148.01 | 0.1635 |

**Рассмотрим 4-ю передачу:**

ik4 = 1; i0 = 4.84; rk = 0.3485; iтр = 4.84

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | Me | V | Pw | Pk | D |
| 645 | 196.58609 | 4.8610 | 41.3513 | 2238.56 | 0.0896 |
| 1032 | 205.25848 | 7.7776 | 105.8594 | 2337.53 | 0.091 |
| 1419 | 206.49996 | 10.6942 | 200.1403 | 2351.53 | 0.0877 |
| 1999 | 194.3955 | 15.0653 | 397.1857 | 2213.82 | 0.0741 |
| 2580 | 165.53103 | 19.4440 | 661.621 | 1890.11 | 0.0501 |

Динамическую характеристику строят для автомобиля определенного веса. Для того, чтобы её применить для анализа динамических свойств автомобиля различного веса, её необходимо дополнить, то есть сделать универсальной.

В начале строят характеристику порожнего автомобиля, а затем её дополняют. Определяют максимальное значение коэффициента загрузки:

Гmax = (ma + mг) / ma

где ma и mг – соответственно масса автомобиля и груза.

Гmax = (2500+2500) / 2500 = 2

Из точки, заданной максимальной скорости движения проводят вторую вертикальную координатную ось, с уменьшением в Гmax раз масштабом динамического фактора. Горизонтальную ось разбивают на разные отрезки и проводят вертикальные линии. На вертикальных осях равные значения динамического фактора соединяют наклонными прямыми.

**6. Топливная экономичность автомобиля**

Статистической обработкой топливно-экономических характеристик ДВС установлено, что удельный расход топлива определяется удельным расходом его при максимальной мощности двигателя и степенью использования мощности и частоты вращения.

Топливно-экономическую характеристику строят в предложении установившегося движения автомобиля по горизонтальной дороге с полной нагрузкой в следующей последовательности:

1. Задаются коэффициенты сопротивления качению автомобиля f:

f1 = f = 0.025

f2 = f + 0.03 = 0.055

f3 = f + 0.05 = 0.075

1. По универсальной динамической характеристике автомобиля определяют необходимую передачу для движения автомобиля.
2. Задаются пятью значениями скорости движения на определённой передаче.
3. Определяют соответствующие заданным значения скорости, величины частот вращения коленчатого вала двигателя.

n = 30 • V • iтр / (π • rk), об/мин

1. Определяют величины сил сопротивления воздушного потока Pw и сопротивление качению автомобиля Pf

Pf = f • (Ga + Gr)

При известных сопротивлениях Pw и Pf определяют необходимую для движения автомобиля мощность двигателя.

Ne/ = [(Pw + Pf) • V] / (103 • ξтр), кВт

1. Используя внешнюю скоростную характеристику двигателя, определяют степени использования мощности и частоты вращения **И** и **Е**

И = Ne/ / Neg

E = n/ / nN

1. По расчётным формулам определяют значения КИ и КЕ – коэффициенты, учитывающие степень использования мощности и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Для карбюраторных двигателей:

КИ = 3.27 – 8.22 • И + 9.13 • И2 – 3.18 • И3

КЕ = 1.25 – 0.99 • Е + 0.98 • Е2 – 0.24 • Е3

1. Определяют удельный расход топлива:

ge = geN • КИ • КЕ, г/кВт•ч

Величину geN принимают по данным внешней скоростной характеристики.

1. Определяют расход топлива на 100 км пути:

Qs = (ge • Ne/) / (36 • V • ρт), л

где ρт – плотность топлива, кг/л

1. Строят топливно-экономическую характеристику автомобиля

**Для коэффициента сопротивления качению автомобиля f1**

f1 = 0.025

Определяем 4-ю передачу для движения автомобиля при f1

4. n1 = 645; n2 = 1032; n3 = 1419; n4 = 1999; n5 = 2580.

1. Pf = 0.025 • (2500 + 2500) • 9.8 = 1225

Pw1 = 41.3513; Pw2 = 105.8594; Pw3 = 200.1403; Pw4 = 397.1857;

Pw5 = 661.621

1. Ne1/ = [(41.3513 + 1225) • 4.861] / (103 • 0.82) = 7.5071

Ne2/ = [(105.8594 + 1225) • 7.7776] / (103 • 0.82) = 12.6231

Ne3/ = [(200.1403 + 1225) • 10.6942] / (103 • 0.82) = 18.5863

Ne4/ = [(397.1857 + 1225) • 15.0653] / (103 • 0.82) = 29.8033

Ne5/ = [(661.621 + 1225) • 19.44] / (103 • 0.82) = 44.73

1. И1 = 7.5071 / 13.270.31 = 0.5657

И2 = 12.6231 / 22.17119 = 0.5693

И3 = 18.5863 / 30.66978 = 0.606

И4 = 29.8033 / 40.68328 = 0.7326

И5 = 44.73 / 44.7 = 1.0007

E1 = 645 / 2580 = 0.25

E2 = 1032 / 2580 = 0.4

E3 = 1419 / 2580 = 0.55

E4 = 1999 / 2580 = 0.78

E5 = 2580 / 2580 = 1

1. КИ1 = 3.27 – 8.22 • 0.5657 + 9.13 • (0.5657)2 – 3.18 • (0.5657)3 = 0.9661

КИ2 = 3.27 – 8.22 • 0.5693 + 9.13 • (0.5693)2 – 3.18 • (0.5693)3 = 0.9628

КИ3 = 3.27 – 8.22 • 0.606 + 9.13 • (0.606)2 – 3.18 • (0.606)3 = 0.934

КИ4 = 3.27 – 8.22 • 0.7326 + 9.13 • (0.7326)2 – 3.18 • (0.7326)3 = 0.898

КИ5 = 3.27 – 8.22 • 1.0007 + 9.13 • (1.0007)2 – 3.18 • (1.0007)3 = 1.0003

КЕ1 = 1.25 – 0.99 • 0.25 + 0.98 • (0.25)2 – 0.24 • (0.25)3 = 1.06

КЕ2 = 1.25 – 0.99 • 0.4 + 0.98 • (0.4)2 – 0.24 • (0.4)3 = 0.996

КЕ3 = 1.25 – 0.99 • 0.55 + 0.98 • (0.55)2 – 0.24 • (0.55)3 = 0.962

КЕ4 = 1.25 – 0.99 • 0.78 + 0.98 • (0.78)2 – 0.24 • (0.78)3 = 0.959

КЕ5 = 1.25 – 0.99 • 1 + 0.98 • (1)2 – 0.24 • (1)3 = 1

1. ge1 = 353.33316 • 0.9661 • 1.05 = 361.837

ge2 = 327.89315 • 0.9628 • 0.996 = 314.433

ge3 = 315.17315 • 0.934 • 0.962 = 283.186

ge4 = 319.94317 • 0.898 • 0.959 = 275.53

ge5 = 353.33316 • 1.0003 • 1 = 353.455

1. Qs1 = (361.837 • 7.5071) / (36 • 4.861 • 0.75) = 20.697

Qs2 = (314.433 • 12.6231) / (36 • 7.7776 • 0.75) = 18.901

Qs3 = (283.186 • 18.5863) / (36 • 10.6942 • 0.75) = 18.229

Qs4 = (275.53 • 29.8033) / (36 • 15.0653 • 0.75) = 20.188

Qs5 = (353.455 • 47.73) / (36 • 19.44 • 0.75) = 30.121

**Для коэффициента сопротивления качению автомобиля f2**

f2 = 0.055

Определим 3-ю передачу для движения автомобиля при f2:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n, об/мин | V, м/с | Pw, H | Pf2 | Ne/, кВт/ч | И | КИ | КЕ | ge, г/кВт•ч | Qs, л |
| 645 | 2.2091 | 8.5402 | 2675 | 7.2295 | 0.5448 | 0.9874 | 1.06 | 369.814 | 44.824 |
| 1032 | 3.5346 | 21.8635 | 11.6248 | 0.5243 | 1.0118 | 0.996 | 330.435 | 40.250 |
| 1419 | 4.8601 | 41.3360 | 16.0996 | 0.5249 | 1.0109 | 0.962 | 306.501 | 37.604 |
| 1999 | 6.8466 | 82.0329 | 23.0199 | 0.5658 | 0.9659 | 0.959 | 296.363 | 36.905 |
| 2580 | 8.8365 | 136.6465 | 30.2989 | 0.6778 | 0.9027 | 1 | 318.954 | 40.505 |

**Для коэффициента сопротивления качению автомобиля f3**

f3 = 0.075

Определим 3-ю передачу для движения автомобиля при f3:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n, об/мин | V, м/с | Pw, H | Pf2 | Ne/, кВт/ч | И | КИ | КЕ | ge, г/кВт•ч | Qs, л |
| 645 | 2.2091 | 8.5402 | 3675 | 9.9235 | 0.7478 | 0.8988 | 1.06 | 336.631 | 56.007 |
| 1032 | 3.5346 | 21.8635 | 15.9353 | 0.7187 | 0.8977 | 0.996 | 293.172 | 48.953 |
| 1419 | 4.8601 | 41.3360 | 22.0265 | 0.7182 | 0.8977 | 0.962 | 272.181 | 45.687 |
| 1999 | 6.8466 | 82.0329 | 31.3694 | 0.7711 | 0.9023 | 0.959 | 276.849 | 46.979 |
| 2580 | 8.8365 | 136.6465 | 41.0751 | 0.9189 | 0.9584 | 1 | 338.635 | 58.299 |

**Заключение**

Составной частью курсовой работы является проведение теплового расчёта двигателя проектируемого автомобиля. Тепловой расчёт позволил аналитически с достаточной степенью точности определить основные параметры вновь проектируемого двигателя, а также оценить индикаторные и эффективные показатели его работы. Результаты теплового расчёта ДВС в дальнейшем использовались для расчёта и построения теоретической внешней скоростной характеристики двигателя, в свою очередь используемую при расчёте динамики автомобиля.

**Список литературы**

1. Автомобиль: основы конструкции/ Н.Н. Вишняков, В.К. Вахламов, А.Н. Нарбут и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 304 с.; ил.
2. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль: анализ конструкций, элементов расчета. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.; ил.
3. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств. – М.: Машиностроение, 1989. – 240.; ил.
4. Устройство автомобиля/ Е.В. Михайловский, К.Б. Серебряков, Е.Я. Тур. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.; ил.
5. Краткий автомобильный справочник. – М.: Транспорт, 1982. – 464 с. – (НИИАТ)
6. Автомобили: Методические указания по курсовому проектированию/ Сост. В.В. Макаров. – Йошкар–Ола: МарГТУ, 2001. – 44 с.