**Содержание**

ВВЕДЕНИЕ

1. Расчётно-физическое определение параметров внешней скоростной характеристики транспортного поршневого двигателя

1.1 Расчёт бензинового двигателя

1.2 Расчёт дизельного двигателя

**ВВЕДЕНИЕ**

Основой силового модуля современных транспортных средств является поршневой двигатель внутреннего сгорания – тепловая машина, преобразующая теплоту сгорания углеводородных топлив в механическую энергию.

В процессе эксплуатации параметры работы двигателя (развиваемые мощность и крутящий момент, массовый и удельный расходы топлива, выброс токсичных и концерогенных веществ с отработавшими газами и др.) существенно ухудшаются и возникает необходимость в автосервисном воздействии на двигатель, то есть в различных регулировках или текущем ремонте его систем и узлов.

Правильность реализованных технологических процессов в сервисе и выбранного инструментария, достаточность квалификационного уровня исполнителей и наличие у них устойчивых навыков выполнения конкретных услуг, а также, в конечном итоге, соответствие автомобиля в целом и отремонтированного двигателя в частности правилам безопасности дорожного движения могут быть проверены, например, путём сравнения ряда замеренных на испытательном стенде и расчётно-теоретических параметров работы двигателя.

Целью работы является закрепление знаний, полученных на лекционных и практических по дисциплине.

Задачами работы являются приобретение навыков расчёта и построения скоростной зависимости бензинового или дизельного двигателя, анализ регулировочных кривых, а также оценка качества выполненных регулировочных и ремонтных воздействий на двигатель.

**1. Расчётно-физическое определение параметров внешней скоростной характеристики транспортного поршневого двигателя**

**1.1 Расчёт бензинового двигателя**

В качестве базового принимаем четырёхтактный 4-цилиндровый безнаддувный бензиновый двигатель (плотность воздуха на всасывании Pо=1,21 кг/м3), в котором для стехиометрического сгорания 1 кг топлива требуется 14,95 кг воздуха (L0=14,95 кг/кг).

Таблица 1: Варианты расчёта.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Варианты | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | резерв |
| Эффективная мощность двигателя Ne, кВт | 55 | 58 | 60 | 62 | 65 | 62 |
| Частота вращения коленчатого вала в режиме эффективной мощности nN, мин-1 | 5200 | 5250 | 5300 | 5400 | 5500 | 5550 |
| Объём двигателя Vдв, л | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,50 | 1,55 | 1,60 |
| Ход поршня S, мм | 70 | 70 | 75 | 75 | 80 | 80 |
| Коэффициент избытка воздуха LN на режиме эффективной мощности | 0,90 | 0,90 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,90 |
| Удельный эффективный расход топлива на режиме эффективной мощности qeN, г/кВтч | 298 | 297 | 296 | 295 | 294 | 294 |

Для расчёта принимаем вариант – резерв.

Расчёт.

1. Мощность в расчётных точках:

Nex=Ne·nx/nN·(1+nx/nN-(nx/nN)2); кВт

N500=68·500/5550·(1+500/5550-(500/5550)2)= 6,043 кВт

N1000=68·1000/5550·(1+1000/5550-(1000/5550)2)= 12,821 кВт

N2000=68·2000/5550·(1+2000/5550-(2000/5550)2)= 27,492 кВт

N3000=68·3000/5550·(1+3000/5550-(3000/5550)2)=41,837 кВт

N4000=68·4000/5550·(1+4000/5550-(4000/5550)2)=53,679 кВт

N5000=68·5000/5550·(1+5000/5550-(5000/5550)2)=60,843 кВт

N6000=68·6000/5550·(1+6000/5550-(6000/5550)2)=61,152 кВт

1. Эффективный крутящий момент:

Mex=9550· Nex/ nx; Нм

M500=9550· 6,043 / 500=115,43 Нм

M1000=9550· 12,821/ 1000=122,444 Нм

M2000=9550· 27,492/ 2000=131,276 Нм

M3000=9550· 41,837/ 3000=133,181 Нм

M4000=9550· 53,679/ 4000=128,158 Нм

M5000=9550· 60,843/ 5000=116,209 Нм

M6000=9550· 61,152/ 6000=97,333 Нм

1. Средняя скорость поршня.

Vсрх=333·10-7·S· nx; м/с

V500=333·10-7·80· 500 =1,332 м/с

V1000=333·10-7·80· 1000 =2,664 м/с

V2000=333·10-7·80· 2000=5,328 м/с

V3000=333·10-7·80· 3000=7,992 м/с

V4000=333·10-7·80· 4000=10,656 м/с

V5000=333·10-7·80· 5000 =13,32 м/с

V6000=333·10-7·80· 6000 =15,984 м/с

1. Среднее эффективное давление цикла.

Pex=120· Nex / Vдв ·nx; МН/м2

P500=120·6,043 /1,60·500=0,907 МН/м2

P1000=120·12,821 /1,60·1000=0,962 МН/м2

P2000=120·27,492 /1,60·2000=1,031 МН/м2

P3000=120·41,837 /1,60·3000=1,046 МН/м2

P4000=120·53,679 /1,60·4000=1,006 МН/м2

P5000=120·60,843 /1,60·5000=0,913 МН/м2

P6000=120·61,152 /1,60·6000=0,764 МН/м2

1. Среднее давление механических потерь.

Pmx=0.034+0.0113· Vсрх; МН/м2

P500=0.034+0.0113· 1,332=0.049 МН/м2

P1000=0.034+0.0113· 2,664=0.064 МН/м2

P2000=0.034+0.0113· 5,328=0.094 МН/м2

P3000=0.034+0.0113· 7,992=0.124 МН/м2

P4000=0.034+0.0113· 10,656=0.154 МН/м2

P5000=0.034+0.0113· 13,32=0.185 МН/м2

P6000=0.034+0.0113· 15,984=0.215 МН/м2

1. Среднее индикаторное давление цикла.

Pix= Pex+ Pmx; МН/м2

P500= 0,907 + 0.049=0.956 МН/м2

P1000= 0,962 + 0.064=1.026 МН/м2

P2000= 1,031 + 0.094=1.125 МН/м2

P3000= 1,046 + 0.124=1.170 МН/м2

P4000= 1,006 + 0.154=1.161 МН/м2

P5000= 0,913 + 0.185=1.097 МН/м2

P6000= 0,764 + 0.215=0.979 МН/м2

7. Индикаторный крутящий момент.

Mix=79.59· Vдв · Pix; Нм

M500=79.59·1,60· 0.956=121,686 Нм

M1000=79.59·1,60· 1.026=130,617 Нм

M2000=79.59·1,60· 1.125=143,283 Нм

M3000=79.59·1,60· 1.170=149,022 Нм

M4000=79.59·1,60· 1.161=147,833 Нм

M5000=79.59·1,60· 1.097=139,716 Нм

M6000=79.59·1,60· 0.979= 124,672Нм

8.Удельный эффективный расход топлива.

qex=qeN·(1.55-1.55· nx/nN+(nx/nN)2); г/кВтч

q500=294·(1.55-1.55· 500/5550+(500/5550)2)=417,032 г/кВтч

q1000=294·(1.55-1.55· 1000/5550+(1000/5550)2)=383,137 г/кВтч

q2000=294·(1.55-1.55· 2000/5550+(2000/5550)2)=329,663 г/кВтч

q3000=294·(1.55-1.55· 3000/5550+(3000/5550)2)=295,278 г/кВтч

q4000=294·(1.55-1.55· 4000/5550+(4000/5550)2)=279,982 г/кВтч

q5000=294·(1.55-1.55· 5000/5550+(5000/5550)2)=283,776 г/кВтч

q6000=294·(1.55-1.55· 6000/5550+(6000/5550)2)=306,66 г/кВтч

9. Часовой расход топлива.

GTx=0.001· qex· Nex; кг/ч

G500=0.001· 417,032 · 6,043=2,520кг/ч

G1000=0.001· 383,137 · 12,821=4,912 кг/ч

G2000=0.001· 329,663 · 27,492=9,063кг/ч

G3000=0.001· 295,278 · 41,837=12,353 кг/ч

G4000=0.001· 279,982 · 53,679=15,029 кг/ч

G5000=0.001· 283,776 · 60,843=17,266 кг/ч

G6000=0.001· 306,66 · 61,152=18,753 кг/ч

10. Коэффициент избытка воздуха.

Lx=0.7 – 0.8

L500=0.7

L1000=0.7

L2000 – 6000 =0.8

11. Коэффициент наполнения цилиндров.

ƞVx=L0· Pex·Lx· qex/3600·P0;

ƞ500=14,95 · 0,907 ·0,7· 417,032 /3600·1,21=0,9081

ƞ1000=14,95 · 0,962 ·0,7· 383,137 /3600·1,21=0,885

ƞ2000=14,95 · 1,031 ·0,7· 329,663 /3600·1,21=0,817

ƞ3000=14,95 · 1,046 ·0,7· 295,278 /3600·1,21=0,742

ƞ4000=14,95 · 1,006 ·0,7· 279,982 /3600·1,21=0,677

ƞ5000=14,95 · 0,913 ·0,7· 283,776 /3600·1,21=0,622

ƞ6000=14,95 · 0,764 ·0,7· 306,66 /3600·1,21=0,563

Полученные данные группируем в таблицу.

Таблица 2: Расчётные данные.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота вращения коленчатого вала, мин-1 | Параметры внешней скоростной характеристики | | | | | | | | |
|
| Ne, кВт | Me, Нм | Ре, МН/м2 | Vср,м/с | Рm,МН/м2 | Mi, Нм | ge,г/кВтч | GТ, кг/ч | ƞV |
| 500 | 6,043 | 115,43 | 0,907 | 1,332 | 0,049 | 121,686 | 417,032 | 2,52 | 0,091 |
| 1000 | 12,821 | 122,444 | 0,962 | 2,664 | 0,064 | 130,617 | 383,137 | 4,912 | 0,885 |
| 2000 | 27,492 | 131,276 | 1,031 | 5,328 | 0,094 | 143,283 | 329,663 | 9,063 | 0,817 |
| 3000 | 41,837 | 133,181 | 1,046 | 7,992 | 0,124 | 149,022 | 295,278 | 12,353 | 0,742 |
| 4000 | 53,679 | 128,158 | 1,006 | 10,656 | 0,154 | 147,833 | 279,982 | 15,029 | 0,677 |
| 5000 | 60,842 | 116,209 | 0,913 | 13,32 | 0,185 | 139,716 | 283,776 | 17,266 | 0,622 |
| 6000 | 61,152 | 97,333 | 0,764 | 15,984 | 0,215 | 124,672 | 306,66 | 18,753 | 0,563 |

По данным таблицы строим графики внешней скоростной характеристики ДВС.

(см. Приложение 1).

**1.2 Расчёт дизельного двигателя**

В качестве базового принимаем четырёхтактный 8-цилиндровый дизельный двигатель с наддувом (плотность воздуха на всасывании Pо=1,73 кг/м3), в котором для стехиометрического сгорания 1 кг топлива требуется 14,45 кг воздуха (L0=14,45 кг/кг).

Таблица 3: Варианты расчёта.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Варианты | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | резерв |
| Эффективная мощность двигателя Ne, кВт | 290 | 295 | 300 | 305 | 310 | 315 |
| Частота вращения коленчатого вала в режиме эффективной мощности nN, мин-1 | 2200 | 2250 | 2300 | 2350 | 2400 | 2450 |
| Объём двигателя Vдв, л | 14,0 | 14,2 | 14,5 | 14,8 | 15,0 | 15,0 |
| Ход поршня S, мм | 138 | 140 | 142 | 144 | 146 | 148 |
| Коэффициент избытка воздуха LN на режиме эффективной мощности | 1,56 | 1,57 | 1,58 | 1,59 | 1,60 | 1,61 |
| Удельный эффективный расход топлива на режиме эффективной мощности qeN, г/кВтч | 233 | 234 | 234 | 235 | 235 | 236 |

Для расчёта принимаем вариант – 4.

Расчёт.

1. Мощность в расчётных точках:

Nex=Ne·nx/nN·(0,87+1,13·nx/nN-(nx/nN)2); кВт

N500=305·500/2350·(0,87+1,13·500/2350-(500/2350)2)= 69,122 кВт

N1000=305·1000/2350·(0,87+1,13·1000/2350-(1000/2350)2)= 151,822 кВт

N1500=305·1500/2350·(0,87+1,13·1500/2350-(1500/2350)2)= 230,473 кВт

N2000=305·2000/2350·(0,87+1,13·2000/2350-(2000/2350)2)= 287,451 кВт

1. Эффективный крутящий момент:

Mex=9550· Nex/ nx; Нм

M500=9550· 69,122 / 500=1320,227 Нм

M1000=9550· 151,822 / 1000= 1449,897 Нм

M1500=9550· 230,473 / 1500=1467,347 Нм

M2000=9550· 287,451 / 2000=1372,578 Нм

1. Средняя скорость поршня.

Vсрх=333·10-7·S· nx; м/с

V500=333·10-7·144· 500 =2,398 м/с

V1000=333·10-7·144· 1000 =4,795 м/с

V1500=333·10-7·144· 1500=7,193 м/с

V2000=333·10-7·144· 2000=9,59 м/с

1. Среднее эффективное давление цикла.

Pex=120· Nex / Vдв ·nx; МН/м2

P500=120·69,122 /14,8·500=1,121 МН/м2

P1000=120·151,822 /14,8·1000=1,231 МН/м2

P2000=120·230,473 /14,8·1500=1,246 МН/м2

P3000=120·287,451 /14,8·2000=1,165 МН/м2

1. Среднее давление механических потерь.

Pmx=0.09+0.0112· Vсрх; МН/м2

P500=0.09+0.0112· 2,398 =0,119 МН/м2

P1000=0.09+0.0112· 4,795 =0,148 МН/м2

P1500=0.09+0.0112· 7,193 =0,176 МН/м2

P2000=0.09+0.0112· 9,59 =0,205 МН/м2

1. Среднее индикаторное давление цикла.

Pix= Pex+ Pmx; МН/м2

P500= 1,121 + 0,119 =0,133 МН/м2

P1000= 1,231 + 0,148 =0,181 МН/м2

P1500= 1,246 + 0,176 =0,22 МН/м2

P2000= 1,165 + 0,205 =0,239 МН/м2

7. Индикаторный крутящий момент.

Mix=79.59· Vдв · Pix; Нм

M500=79.59·14,8· 0,133=156,818 Нм

M1000=79.59·14,8· 0,181=213,939 Нм

M1500=79.59·14,8· 0,22=258,735 Нм

M2000=79.59·14,8· 0,239=281,518 Нм

8. Удельный эффективный расход топлива.

qex=qeN·(1.2- nx/nN+0,8·(nx/nN)2); г/кВтч

q500=235·(1.2-500/2350+0,8·(500/2350)2)= 240,511 г/кВтч

q1000=235·(1.2-1000/2350+0,8·(1000/2350)2)= 216,143 г/кВтч

q1500=235·(1.2-1500/2350+0,8·(1500/2350)2)= 208,596 г/кВтч

q2000=235·(1.2-2000/2350+0,8·(2000/2350)2)= 218,17 г/кВтч

9. Часовой расход топлива.

GTx=0.001· qex· Nex; кг/ч

G500=0.001· 240,511 · 69,122 =16,625 кг/ч

G1000=0.001· 216,143 · 151,822 =32,8 кг/ч

G1500=0.001· 208,596 · 230,473 =48,076 кг/ч

G2000=0.001· 218,17 · 287,451 =62,713 кг/ч

10. Коэффициент избытка воздуха.

L500=0.7·LN=1.113

L1000 – 2000 =0.8·LN=1.272

11. Коэффициент наполнения цилиндров.

ƞVx=L0· Pex·Lx· qex/3600·P0;

ƞ500=14,45 · 1,121·1.113· 240,511/3600·1,21=0,696

ƞ1000=14,45 · 1,231·1.272· 216,143/3600·1,21=0,785

ƞ2000=14,45 · 1,246·1.272· 208,596/3600·1,21=0,767

ƞ3000=14,45 · 1,165·1.272· 218,17/3600·1,21=0,75

Таблица 4: Расчётные данные.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота вращения колен-чатого вала, мин-1 | Параметры внешней скоростной характеристики | | | | | | | | |
|
| Nex, кВт | Mex, Нм | Реx,  МН/м2 | Vсрx,  м/с | Рmx,  МН/м2 | Mix, Нм | gex,г/кВтч | GТx, кг/ч | ƞVx |
| 500 | 69,122 | 1320,227 | 1,121 | 2,398 | 0,119 | 156,818 | 240,511 | 16,625 | 0,696 |
| 1000 | 151,822 | 1449,897 | 1,231 | 4,795 | 0,148 | 213,939 | 216,143 | 32,8 | 0,785 |
| 1500 | 230,473 | 1467,347 | 1,246 | 7,193 | 0,176 | 258,735 | 208,596 | 48,076 | 0,767 |
| 2000 | 287,451 | 1372,578 | 1,165 | 9,59 | 0,205 | 281,518 | 218,17 | 62,713 | 0,75 |