МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. Н. ТУПОЛЕВА.

КАФЕДРА АД и С

**Расчетно-пояснительная записка к курсовой работе**

**«Тепловой расчет ДВС»**

**по дисциплине «Автомобильные двигатели»**

Выполнил: студент гр. 1372

Маркин А.В.

Руководитель:

Березовский А.Б.

Казань 2007

**ОГЛАВЛЕНИЕ.**

1. Выбор расчетных режимов. 3
2. Топливо. 4
3. Параметры рабочего тела. 4
4. Параметры окружающей среды и остаточные газы. 5
5. Процесс пуска. 5
6. Процесс сжатия. 7
7. Процесс сгорания. 8
8. Процесс расширения. 10
9. Процесс выпуска. 10
10. Индикаторные параметры рабочего цикла. 11
11. Эффективность параметров двигателя. 11
12. Основные параметры цилиндров и двигателей. 12
13. Построение внешней скоростной характеристики (график). 18-19
14. Построение расчетной индикаторной диаграммы (график). 20
15. Скругление расчетной индикаторной диаграммы (график). 20
16. Список используемой литературы. 21

**Исходные данные.**

1. Мощность двигателя, Ne = 87 кВт;
2. Частота вращения коленчатого вала, nN = 6000 об/мин;
3. Тактность двигателя, τ = 4;
4. Количество цилиндров, i = 4;

5. Степень сжатия, ε = 10,3;

1. Тип охлаждения – жидкостное.

**Режимы для проведения теплового расчета:**

а) режим минимальной частоты вращения nmin = 1000об./мин.

б) режим максимального крутящего момента nM =0,53nN = 3200 об./мин.

в) режим максимальной (номинальной) мощности nN = 6000об./мин.

г) режим максимальной скорости движения автомобиля

 nmax = 1.05nN = 6300 об./мин.

**Подбор аналогов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина |  |  |  | Проектируемый двигатель |
| Ne, кВт |  |  |  | 86/4/6000 |
| Ме, Н\*м |  |  |  | 136,2/6000 |
| ε |  |  |  | 10,3 |
| Vл, л |  |  |  | 1,9 |
| D/S |  |  |  | 88/78 |
| Nл = Nе/Vл |  |  |  | 45,1 |

**Тепловой расчет двигателя**

Расчет проводится для заданной частоты вращения коленчатого вала карбюраторного двигателя n = 6000об/мин.

Топливо. В соответствии с заданной степенью сжатия ε = 10,3 можно использовать бензин марки АИ-93. ПРЕМИУМ-95 и АИ-98 ЭК

Средний элементарный состав и молекулярная масса бензина

С = 0,855; Н = 0,145; mт = 115 кг/кмоль.

Определим низшую теплоту сгорания топлива

Нu = 33,91С+125,60Н-10,89(O-S)-2,51(9H+W) = 33,91\*0,855+125,6\*0,145-2,51\*9\*0,145 = 43,93 МДж/кг = 43930кДж/кг.

Параметры рабочего тела. Теоретическое необходимое количество воздуха для сгорания 1кг. топлива

кмоль возд/кг топл.

кмоль

возд./кг топл.

Коэффициент избытка воздуха α = 0,96 на основных режимах

(литература 1). На режимах минимальной частоты вращения α = 0,86.

Количество горючей смеси.

 кмоль гор.см./кг. топл.

Количество отдельных компонентов продуктов сгорания при К = 0,5



кмольСО2/кгтопл.

 кмольСО/кгтопл.



кмольН2О/кгтопл.



кмольН2/кгтопл.

 кмольN2/кгтопл.

Общее количество продуктов сгорания:

 М2 = МСО2 + МСО + МН2О + МН2 + МN2 = C/12 + H/2 + 0,79αL0 = 0,0655 + 0,0057 + 0,0696 + 0,0029 + 0,3923 = 0,5361 кмоль пр.сг/кг топл.

Результаты занесем в таблицу

|  |  |
| --- | --- |
| параметры | Рабочее тело; карбюраторный двигатель  |
| n, мин-1 |  1000 |  3200 |  6000 |  6300 |
|  α |  0,86 |  0,96 |  0,96 |  0,96 |
| М1 кмоль. гор.см./кг.топл. |  0,4525 |  0,5041 |  0,5041 |  0,5041 |
| МСО2 кмоль СО2/кг.топл. |  0,0512 |  0,0655 |  0,0655 |  0,0655 |
| МСО кмоль СО/кг.топл. |  0,0200 |  0,0057 |  0,0057 |  0,0057 |
| МН2О кмоль Н2О/кг.топл. |  0,0625 |  0,0696 |  0,0696 |  0,0696 |
| МН2 кмоль Н2/кг.топл. |  0,0100 |  0,0029 |  0,0029 |  0,0029 |
| МN2 кмоль N2/кг.топл. |  0,3515 |  0,3923 |  0,3923 |  0,3923 |
| М2 кмоль пр.сг/кг.топл. |  0,4952 |  0,5361 |  0,5361 |  0,5361 |

Параметры окружающей среды и остаточные газы.

Давление и температура окружающей среды при работе двигателей без наддува

Рк = Ро = 0,1 МПа и Тк = То = 293 К

Температура остаточных газов.

(рис. 5.1 литература 1 принимаем).

При номинальных режимах карбюраторного двигателя Тr = 1070 К

Давление остаточных газов.

Для карбюраторного двигателя на номинальном скоростном режиме:

PrN = 1,18 Po = 1,18\*0,1 = 0,118 МПа.

Процесс пуска.

Температура подогрева свежего заряда. С целью получения хорошего наполнения карбюраторных двигателей на номинальных скоростных режимах принимается Δ ТN = 8єС. (1)

Плотность заряда на выпуске.

Ρr = Ро \*106 / (RBTO) = 0,1\*106 / (287\*293) = 1,189 кг / м3,

где RB – 287 Дж / (кг.град.) – удельная газовая постоянная для воздуха.(1)

Потери давления на впуске.

При учете качественной обработки внутренних поверхностей впускных систем для карбюраторного двигателя можно принять β2 + ξВП = 2,8 и

ωВП = 95 м/с.

β – коэффициент затухания скорости движения заряда в рассматриваемом сечении цилиндра.

ξВП – коэффициент сопротивления впускной системы, отнесенный к наиболее узкому ее сечению.

ωВП – средняя скорость движения заряда в наименьшем сечении впускной системы. (1)

Тогда ΔРа на всех скоростных режимах двигателя рассчитывается по формуле:

ΔРа = (β2 + ξвп) А2nn2ρо10-6/2, где Аn = ωвп / nN

Аn = 95 / 6000 = 0,0158

ΔРа = 2,8 \* 0,01582 \* 60002 \* 1,189 \* 10-6 / 2 = 0,0150

Давление в конце пуска.

В карбюраторном двигателе при nN = 6000 мин-1.

Ра = Ро – ΔРа = 0,1 – 0,0150 = 0,085 Мпа.

Коэффициент остаточных газов.

При nN = 6000 мин-1.



φоч = 1 – коэффициент очистки.

φдоз = 1,12 – коэффициент дозарядки на номинальном скоростном режиме.

Температура в конце впуска.

Та = (То + ΔТ + γr \* Tr) / (1 + γr) = (293+8+0,0385\*1070) / (1+0,0385) = 329

Коэффициент наполнения.



Результаты вычислений занесем в таблицу.

|  |  |
| --- | --- |
|  параметры |  Процесс впуска и газообмена |
|  n, мин-1 |  1000 |  3200 |  6000 |  6300 |
|  α  |  0,86 |  0,96 |  0,96 |  0,96 |
|  Тr , K |  900 |  1010 |  1070 |  1080 |
|  Pr , Mpa |  0,1039 |  0,1076 |  0,118 |  0,1195 |
|  ΔT , єC |  22,29 |  16 |  8 |  7,14 |
|  ΔPa , Mpa |  0,0004 |  0,0043 |  0,0150 |  0,0166 |
|  Pa , Mpa |  0,0996 |  0,0957 |  0,085 |  0,0834 |
|  φ , доз |  0,95 |  1,025 |  1,12 |  1,13 |
|  γ |  0,0418 |  0,0365 |  0,0385 |  0,0390 |
|  Та , К |  339 |  334 |  329 |  329 |
|  ηv |  0,8699 |  0,9207 |  0,9255 |  0,8939 |

Процесс сжатия.

При ε = 10,3 и Та = 329 К, nN = 6000 мин-1 определяем по монограмме средний показатель адиабаты сжатия к1 = 1,3765 и средний показатель политропы сжатия n1 = 1,37. (1)

Давление в колнце сжатия.

При nN = 6000 мин-1

Рс = Раεn = 0,085\*10,31,376 = 2,1036 Мпа.

Температура в конце сжатия.

Тс = Таεn-1 = 329\*10,31,376-1 = 792 К.

Средняя мольная теплоемкость в конце сжатия.

а) свежей смеси (воздуха)

20,6 + 2,638 \* 10-3 \* tc , где tc = Тс - 273 єС

20,6 + 2,638 \* 10-3 \* 519 = 21,969 кДж / (кмоль град).

б) остаточных газов

определяется методом интерполяции по табл. 3.8 при nN = 6000 мин-1 , α = 0,96 и tc = 519 єС.

 (1)

(m) = 24,014+(24,150 – 24,014)\*0,01/0,05 = 24,0412 кДж/(кмоль град).

(m) = 24,44+(24,586 – 24,44)\* 0,01/0,05 = 24,469 кДж/(кмоль град).

(m) = 24,041+(24,469 – 24,041)\* 19/100 = 24,122 кДж/(кмоль град).

в) рабочей смеси

 кДж/(кмоль град).

(m) =  кДж/(кмоль град).

Результаты вычислений заносим в таблицу.

|  |  |
| --- | --- |
|  параметры |  Процесс сжатия |
|  n, мин-1 |  1000 |  3200 |  6000 |  6300 |
|  к1 |  1,3751 |  1,3757 |  1,3765 |  1,3766 |
|  n 1 |  1,370  |  1,373 |  1,376 |  1,376 |
|  Рс , МПа |  2,4309 |  2,3532 |  2,1036 |  2,0655 |
|  Тс , єК |  803 |  796 |  792 |  792 |
|  tc , єС |  530 |  523 |  519 |  519 |
|  (m. cv)to |  21,998 |  21,980 |  21,969 |  21,968 |
|  (m)to |  24,169 |  24,141 |  24,122 |  24,121 |
|  (m)to |  22,085 |  22,056 |  22,049 |  22,049 |

Процесс сгорания.

Коэффициент молекулярного изменения горючей смеси:



Коэффициент молекулярного изменения рабочей смеси:



Количество теплоты, потерянное вследствие химической неполноты сгорания:

ΔНu = 119950\*(1-α)\*L0 кДж/кг. = 119950\*(1-0,96)\*0,516 = 2476 кДж/кг.

Теплота сгорания рабочей смеси:

Нраб.см. =  кДж/кмоль раб.см.

Средняя мольная теплоемкость продуктов сгорания:

(m)= 

кДж/кмоль град.

Определяется по эмпирическим формулам таб. 3.7 литература 1.

(m)= \*[0,0655\*(39,123+0,003349tz)+0,0057\*(22,49+0,00143tz)+0,0696\*(26,6++0,004438tz)+0,0029\*(19,678+0,001758tz)+0,3923\*(21,951+0,001457tz)=24,657+ 0,002077tz] кДж/кмоль град.

Коэффициент использования теплоты ξz принимаем = 0,88:

(1)

Температура в конце видимого процесса сгорания: при n = 6000 мин

ξz Нраб.см + (m) tc = μ(m)tz :

 0,88\*79193+22,049\*519 = 1,061\*(24,657+0,002077) tz,

 0,002204+26,165 tz – 81132 = 0, откуда

 tz = 

 = 2552 єС;

Tz = tz + 273 = 2825 К;

Максимальное давление сгорания теоретическое:

pz = pc\*μ\* Tz/ Тс = 2,1036\*1,061\*2825/792 = 7,963 МПа.

Максимальное давление сгорания действительное:

Pzд = 0,85\* pz = 0,85\*7,963 = 6,7689 МПа.

Степень повышения давления:

λ = pz/ pc = 7,963/2,1036 = 3,786.

|  |  |
| --- | --- |
|  параметры |  Процесс сгорания |
|  n, мин-1 |  1000 |  3200 |  6000 |  6300 |
|  μ0 |  1,0945  |  1,0635 |  1,0635 |  1,0635 |
|  μ |  1,0907 |  1,0613 |  1,0612 |  1,0611 |
| ΔН , кДж/кг |  8665 |  2476 |  2476 |  2476 |
| Нраб.см.кДж/кмоль |  74813 |  79348 |  79193 |  79155 |
|  (m) |  24,2982+ 0,002034tz |  24,6566+ 0,002077tz |  24,6566+ 0,002077tz |  24,6566+ 0,002077tz |
|  ξz |  0,83 |  0,92 |  0,88 |  0,86 |
|  tz , єС  |  2330 |  2643 |  2552 |  2509 |
|  Tz , єК |  2603 |  2916 |  2825 |  2782 |
|  Pz , МПа  |  8,5967 |  9,1438 |  7,9635 |  7,7011 |
|  Pzд , МПа |  7,3072 |  7,7722 |  6,7689 |  6,5459 |
|  λ |  3,5364 |  3,8857 |  3,7856 |  3,7285 |

**Процессы расширения и выпуска.**

Средний показатель адиабаты расширения К2 определяется по номограмме рис. 4.8 при заданном ε для соответствующих значений α и Tz, а средний показатель политропы расширения n2, оценивается по величине среднего показателя адиабаты:

ε = 10,3; α = 0,96; Tz = 2825 К; К2 = 1,2528; n2 = 1,252.

 Давление и температура в конце процесса расширения:

Рв = Pz/ εn2 и Тв = Tz/ εn2-1:

Рв = 7,9635/10,31,252 = 0,4296 МПа, Тв = 2825/10,31,252-1 = 1570 К;

Проверка ранее принятой температуры остаточных газов:

К;

Δ Тr = ,

Где Δ Тr – погрешность расчета - 4,6 % допустимая погрешность.

|  |  |
| --- | --- |
|  параметры |  Процесс расширения и выпуска. |
|  n, мин-1 |  1000 |  3200 |  6000 |  6300 |
|  К2 |  1,2588 |  1,2519 |  1,2529 |  1,2531 |
|  n2  |  1,258 |  1,251 |  1,252 |  1,253 |
|  Рв , МПа |  0,4573 |  0,4944 |  0,4296 |  0,4144 |
|  Тв , К |  1426 |  1624 |  1570 |  1542 |
|  Тr , K |  871 |  977 |  1021 |  1019 |
|  Δ Тr , % |  3,25 |  3,24 |  4,60 |  5,64 |

Индикаторные параметры рабочего цикла.

Теоретическое среднее индикаторное давление:

МПа.

 МПа.

Среднее индикаторное давление:

pi = φu\* Рj , = 0,96\*1,1588 = 1,1124 МПа.

Где φu = 0,96 – коэффициент полноты индикаторной диаграммы.

Индикаторный КПД и индикаторный удельный расход топлива:



 г/кВт. Ч

Эффективные показатели двигателя.

Среднее давление механических потерь для бензиновых двигателей с числом цилиндров до шести и отношением S/D≤1.

Pм = 0,034 + 0,0113\* Vп.ср МПа.

Для нашего карбюраторного двигателя, предварительно приняв ход поршня S равным 78 мм., получим значение средней скорости поршня:

 м/с.

Тогда: Pм = 0,034 + 0,0113\*15,6 = 0,2103 МПа.

Среднее эффективное давление и механический КПД:

Ре = Рj - Рм = 1,1124 – 0,2103 = 0,9021 МПа.

ηм = .

Эффективный КПД и эффективный удельный расход топлива:

ηе = ηj \* ηм = 0,3388 \* 0,811 = 0,2748

gе =  г/кВт.ч.

|  |  |
| --- | --- |
| параметры |  Индикаторные и эффективные параметры двигателя. |
|  n, мин-1 |  1000 |  3200 |  6000 |  6300 |
|  Рj , , МПа |  1,2115 |  1,3415 |  1,1588 |  1,1138 |
|  Рj , МПа |  1,1630 |  1,2879 |  1,1124 |  1,0693 |
|  ηj |  0,3292 |  0,3845 |  0,3388 |  0,3288 |
|  gj , г/кВт.ч |  249 |  213 |  242 |  249 |
|  Vп.ср , м/с |  2,6 |  8,32 |  15,6 |  16,38 |
|  Рм , МПа |  0,0634 |  0,1280 |  0,2103 |  0,2191 |
|  Ре , МПа |  1,0997 |  1,1599 |  0,9021 |  0,8502 |
|  ηм |  0,9455 |  0,9006  |  0,811 |  0,7951 |
|  ηе |  0,3113 |  0,3463 |  0,2748 |  0,2614 |
|  gе , г/кВт.ч |  263 |  237 |  298 |  313 |

**Основные параметры двигателя.**

Литраж двигателя:

 дм3.

Рабочий объем одного цилиндра:

 дм3.

Диаметр цилиндра. Так как ход поршня предварительно был принят S = 78 мм, то:

 мм.

Окончательно принимается D = 88 мм, S = 78 мм.

Площадь поршня:

дм.

Литраж двигателя:

 дм3..

Мощность двигателя:

Nе = кВт.

Литровая мощность двигателя:

Nл =  кВт/л.

Крутящий момент:

Ме =  Н\*М.

Часовой расход топлива:

GT = Nе \* gе \* 10-3 = 86 \* 298\* 10-3 = 25,5 кг/ч.

|  |  |
| --- | --- |
| параметры |  Основные параметры и показатели двигателя.  |
|  n, мин-1 |  1000 |  3200 |  6000 |  6300 |
|  Fп , дм2 |  0,61 1,9 45,1 |
|  Vл , л |
|  Nл , кВт/л |
|  Nе , кВт |  17,38 |  58,66 |  86 |  84,66 |
|  Ме , Н\*М |  166,06 |  175,15 |  136,23 |  128,39 |
|  GT , кг/ч |  4,57 |  13,88 |  25,51 |  26,53 |

**Построение индикаторных диаграмм.**

Определяем объем камеры сгорания:

Vc = дм3.

Находим полный объем цилиндра:

Vа = Vc + Vh = 0,05 + 0,4822 = 0,534

Рассчитанные точки:

ВМТ: Pr = 0,118 Mpa; Рс = 2,1036 МПа; Pz = 7,9635 МПа.

НМТ: Ра = 0,085 Mpa; Рв = 0,4296 МПа.

Задаваясь различными углами φ поворота коленчатого вала, определяем положение поршня по формуле:

х = 

Задаем λ = 0,285

Затем при этих углах φ находим текущий объем над поршневого пространства:

Vх = Vc + хFп.

Определяем давление на линии сжатия и расширения при выбранных углах поворота коленчатого вала:

;

;

Результаты расчета приведены в таблице № 1.

Таблица № 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  № | φє | х, дм. |  Vх , дм3 |    |  |
| 1 | 0 | 0 | 0,05185 | 0,118/0,085 | 0,1015 |
| 2 | 10 | 0,0076 | 0,056486468 | 0,085 | 0,093 |
| 3 | 20 | 0,03002 | 0,07016276 | 0,085 | 0,085 |
| 4 | 30 | 0,06614 | 0,092197744 | 0,085 | 0,085 |
| 5 | 40 | 0,1142 | 0,121515 | 0,085 | 0,085 |
| 6 | 50 | 0,17192 | 0,156724604 | 0,085 | 0,085 |
| 7 | 60 | 0,23668 | 0,196225563 | 0,085 | 0,085 |
| 8 | 70 | 0,30568 | 0,238318523 | 0,085 | 0,085 |
| 9 | 80 | 0,37617 | 0,281317616 | 0,085 | 0,085 |
| 10 | 90 | 0,44557 | 0,32365075 | 0,085 | 0,085 |
| 11 | 100 | 0,51162 | 0,363939419 | 0,085 | 0,085 |
| 12 | 110 | 0,57246 | 0,401051708 | 0,085 | 0,085 |
| 13 | 120 | 0,62668 | 0,434125563 | 0,085 | 0,085 |
| 14 | 130 | 0,67329 | 0,462562949 | 0,085 | 0,085 |
| 15 | 140 | 0,71171 | 0,485998946 | 0,085 | 0,085 |
| 16 | 150 | 0,74164 | 0,504252631 | 0,085 | 0,085 |
| 17 | 160 | 0,76289 | 0,517268509 | 0,085 | 0,085 |
| 18 | 170 | 0,77575 | 0,525057997 | 0,085 | 0,085 |
| 19 | 180 | 0,78 | 0,52765 | 0,085/0,4296 | 0,085 |
| 20 | 190 | 0,77575 | 0,525057997 | 0,087011 | 0,087011 |
| 21 | 200 | 0,76298 | 0,517268509 | 0,08882 | 0,08882 |
| 22 | 210 | 0,74164 | 0,504252631 | 0,091989 | 0,091989 |
| 23 | 220 | 0,71171 | 0,485998946 | 0,096777 | 0,096777 |
| 24 | 230 | 0,67329 | 0,462562949 | 0,103587 | 0,103587 |
| 25 | 240 | 0,62668 | 0,434125563 | 0,113038 | 0,113038 |
| 26 | 250 | 0,57246 | 0,401051708 | 0,12606 | 0,12606 |
| 27 | 260 | 0,51162 | 0,363939419 | 0,144081 | 0,144081 |
| 28 | 270 | 0,44557 | 0,32365075 | 0,169323 | 0,169323 |
| 29 | 280 | 0,37617 | 0,281317616 | 0,205346 | 0,205346 |
| 30 | 290 | 0,30568 | 0,238318523 | 0,257996 | 0,257996 |
| 31 | 300 | 0,23668 | 0,196225563 | 0,337093 | 0,337093 |
| 32 | 310 | 0,17192 | 0,156724604 | 0,459275 | 0,459275 |
| 33 | 320 | 0,1142 | 0,121515 | 0,651825 | 0,651825 |
| 34 | 330 | 0,06614 | 0,092197744 | 0,953074 | 0,953074 |
| 35 | 340 | 0,03002 | 0,07016276 | 1,387839 | 1,387839 |
| 36 | 350 | 0,0076 | 0,056486468 | 1,870278 | 1,965 |
| 37 | 360 | 0 | 0,05185 | 2,1042/7,964 | 2,5243 |
| 38 | 370 | 0,0076 | 0,056486468 | 7,154373 | 6,769 |
| 39 | 380 | 0,03002 | 0,07016276 | 5,453565 | 5,453565 |
| 40 | 390 | 0,06614 | 0,092197744 | 3,874148 | 3,874148 |
| 41 | 400 | 0,1142 | 0,121515 | 2,741886 | 2,741886 |
| 42 | 410 | 0,17192 | 0,156724604 | 1,993858 | 1,993858 |
| 43 | 420 | 0,23668 | 0,196225563 | 1,50479 | 1,50479 |
| 44 | 430 | 0,30568 | 0,238318523 | 1,179789 | 1,179789 |
| 45 | 440 | 0,37617 | 0,281317616 | 0,958543 | 0,958543 |
| 46 | 450 | 0,44557 | 0,32365075 | 0,804248 | 0,804248 |
| 47 | 460 | 0,51162 | 0,363939419 | 0,694381 | 0,694381 |
| 48 | 470 | 0,57246 | 0,401051708 | 0,614892 | 0,614892 |
| 49 | 480 | 0,62668 | 0,434125563 | 0,556816 | 0,556816 |
| 50 | 490 | 0,67329 | 0,462562949 | 0,514295 | 0,501 |
| 51 | 500 | 0,71171 | 0,485998946 | 0,483436 | 0,473 |
| 52 | 510 | 0,74164 | 0,504252631 | 0,461626 | 0,427 |
| 53 | 520 | 0,76298 | 0,517268509 | 0,44713 | 0,395 |
| 54 | 530 | 0,77575 | 0,525057997 | 0,43884 | 0,360 |
| 55 | 540 | 0,78 | 0,52765 | 0,436143 | 0,3349 |
| 56 | 550 | 0,77575 | 0,525057997 | 0,118 | 0,297 |
| 57 | 560 | 0,76298 | 0,517268509 | 0,118 | 0,252 |
| 58 | 570 | 0,74164 | 0,504252631 | 0,118 | 0,215 |
| 59 | 580 | 0,71171 | 0,485998946 | 0,118 | 0,185 |
| 60 | 590 | 0,67329 | 0,462562949 | 0,118 | 0,146 |
| 61 | 600 | 0,62668 | 0,434125563 | 0,118 | 0,118 |
| 62 | 610 | 0,57246 | 0,401051708 | 0,118 | 0,118 |
| 63 | 620 | 0,51162 | 0,363939419 | 0,118 | 0,118 |
| 64 | 630 | 0,44557 | 0,32365075 | 0,118 | 0,118 |
| 65 | 640 | 0,37617 | 0,281317616 | 0,118 | 0,118 |
| 66 | 650 | 0,30568 | 0,238318523 | 0,118 | 0,118 |
| 67 | 660 | 0,23668 | 0,196225563 | 0,118 | 0,118 |
| 68 | 670 | 0,17192 | 0,156724604 | 0,118 | 0,118 |
| 69 | 680 | 0,1142 | 0,121515 | 0,118 | 0,118 |
| 70 | 690 | 0,06614 | 0,092197744 | 0,118 | 0,118 |
| 71 | 700 | 0,03002 | 0,07016276 | 0,118 | 0,118 |
| 72 | 710 | 0,0076 | 0,056486468 | 0,118 | 0,1098 |
| 73 | 720 | 0 | 0,05185 | 0,118/0,085 | 0,1015 |

Скругление индикаторной диаграммы.

Учитывая быстроходность рассчитываемого двигателя, устанавливаем следующие фазы газораспределения:

Начало ( точка r,) - 20є до ВМТ; окончание (точка а,,) - 60є после НМТ.

Начало ( точка b,) - 60є до НМТ; окончание (точка а,) - 20є после ВМТ.

Угол опережения зажигания принимаем 30є (точка с,), продолжительность периода задержки воспламенения – Δφ = 10є , отсюда 30 – 10 = 20є( точка f)

Полоңение точки с,, определяем из выражения:

РС,, = (1,15...1,25)рс = 1,2\*2,1036 = 2,5243 МПа.

Действительное давление сгорания:

Pzд = 0,85\* pz = 0,85\*7,9635 = 6,769 МПа.

Принято считать, что это давление достигает через 10є после ВМТ.

Нарастание давления от точки с,, до точки z составит Δр/Δφ = 0,417, что означает плавную работу двигателя.

Результаты расчета положения характерных точек приведены в таблице № 2.

Таблица № 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Положение |  φє |  х, дм. |  Vх , дм3 |   |
| r | 20єдо ВМТ | 700 | 0,03002 | 0,064158576 | 0,118 |
| r | 20є после ВМТ | 20 | 0,03002 | 0,064158576 | 0,085 |
| a | 60є после НМТ | 240 | 0,62668 | 0,434125563 | 0,113038 |
| f | 30єдо ВМТ | 330 | 0,06614 | 0,078968975 | 1,179456 |
| c | 20єдо ВМТ | 340 | 0,03002 | 0,064158576 | 1,569637 |
| r | ВМТ | 360 | 0 | 0,05185 | 0,1015 |
| c | ВМТ | 360 | 0 | 0,05185 | 2,5243 |
| zд | 10є после ВМТ | 370 | 0,0076 | 0,054966315 | 6,769 |
| b | 60єдо НМТ | 480 | 0,62668 | 0,434125563 | 0,556816 |
| b’’ | НМТ | 540 | 0,78 | 0,52765 | 0,334927 |

**Список используемой литературы.**

1. А.И. Колчин, В.П. Демидов «Расчет автомобильных и тракторных двигателей» М.: Высшая школа, 2002 год.