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.