МАДИ (ТУ)

Кафедра : Автотракторные двигатели

Тепловой и динамический расчёт двигателя внутреннего сгорания

Преподаватель: Пришвин

Студент: Толчин А.Г.

Группа: 4ДМ1

МОСКВА 1995

Задание №24

1 Тип двигателя и системы питания - бензиновый,карбюраторная.

2 Тип системы охлаждения - жидкостная.

3 Мощность =100 [кВт]



4 Номинальная частота вращения *n*=3200 []



5 Число и расположение цилиндров*V*- 8

6 Степень сжатия - =7.5

7 Тип камеры сгорания - полуклиновая .

8 Коэффицент избытка воздуха - =0.9

9 Прототип - ЗИЛ-130

=================================================

Решение:

**1 Характеристика топлива.**

Элементарный состав бензина в весовых массовых долях:

С=0.855 ; Н=0.145

Молекулярная масса и низшая теплота сгорания :

=115[кг/к моль] ; Hu=44000[кДж/кг]

**2 Выбор степени сжатия.**

=7.5 ОЧ=75-85

**3 Выбор значения коэффицента избытка воздуха.**



**4 Расчёт кол-ва воздуха необходимого для сгорания 1 кг топлива**



**5 Количество свежей смеси**



**6 Состав и количество продуктов сгорания**

 Возьмём к=0.47



**7 Теоретический коэффициент молекулярного изменения смеси**

 

**8 Условия на впуске**

P0=0.1 [MПа] ; T0=298 [K]

**9 Выбор параметров остаточных газов**

Tr=900-1000 [K] ; Возьмём Tr=1000 [K]

Pr=(1.05-1.25)P0 [MПа] ; Pr=1.2\*P0=0.115 [Mпа]

**10 Выбор температуры подогрева свежего заряда**

 ; Возьмём 

**11 Определение потерь напора во впускной системе**



Наше значение входит в этот интервал.

**12 Определение коэффициента остаточных газов**

 ; 

 

**13 Определение температуры конца впуска**

  



**14 Определение коэффициента наполнения**

 ; 

 ; 

**15 Выбор показателя политропы сжатия**

 Возьмём 

**16 Определение параметров конца сжатия**

 ; 

 ; 

**17 Определение действительного коэф-та молекулярного изменения**

 ; 

**18 Потери теплоты вследствие неполноты сгорания**

 ; 

**19 Теплота сгорания смеси**

 ; 

**20 Мольная теплоёмкость продуктов сгорания при температуре конца сжатия**

 ; 

**22 Мольная теплоёмкость при постоянном объёме рабочей смеси в конце сжатия**



**23 Мольная теплоёмкость при постоянном объёме рабочей смеси**

 , где



**24 Температура конца видимого сгорания**

 ; 

 ;  Возьмём 





**25 Характерные значения Тz**

 ; 

**26 Максимальное давление сгорания и степень повышения давления**

 ; 



**27 Степень предварительного -p и последующего - расширения**

 ; 

**28 Выбор показателя политропы расширения n2**

 ; Возьмём 

**29 Определение параметров конца расширения**

 ; 



**30 Проверка правильности выбора температуры остаточных газов Тr**



**31 Определение среднего индикаторного давления**



 ; Возьмём  ; 

**32 Определение индикаторного К.П.Д.**

 ; 

Наше значение входит в интервал .

**33 Определение удельного индикаторного расхода топлива**



**34 Определение среднего давления механических потерь**

  ; 

 ; Возьмём 



**35 Определение среднего эффективного давления**

 ; 

**36 Определение механического К.П.Д.**



**37 Определение удельного эффективного расхода топлива**

 ; 

**38 Часовой расход топлива**



**39 Рабочий объём двигателя**



**40 Рабочий объём цилиндра**



**41 Определение диаметра цилиндра**

 ; - коэф. короткоходности

k=0.7-1.0 ; Возьмём k =0.9

**42 Ход поршня**



**43 Проверка средней скорости поршня**



**44 Определяются основные показатели двигателя**



**45 Составляется таблица основных данных двигателя**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *Ne* | *iVh* | *Nл* | ** | *n* | *Pe* | *ge* | *S* | *D* | *GT* |
| Единицы  измерения | *кВт* | *Л* | *вВт/л* |  | *мин-1* | *МПа* | *г/кВт.ч* | *мм* | *мм* | *кг/ч* |
| Проект | 110.9 | 4.777 | 20.8 | 7.5 | 3200 | 0.785 | 330.2 | 88 | 98 | 33.02 |
| Протатип | 110.3 | 5.969 | 18.5 | 7.1 | 3200 | 0.7 | 335 | 95 | 100 |  |

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

**Построение индикаторной диаграммы**

Построение производится в координатах : давление (Р) -- ход поршня (S).

1 Рекомендуемые масштабы

а) масштаб давления : mp=0.025 (Мпа/мм)

б) масштаб перемещения поршня : ms=0.75 (мм\*S/мм)

2 

3 

4 

5 

6 

7 Строим кривые линии политроп сжатия и расширения



Расчёт производится по девяти точкам.





|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | | Политропа сжатия | | | | Политропа расширения | | | |
| №  точек |  | |  | |  |  |  | |  |  |  |
| 1 | 18 | | 7.5 | | 14.58 | 47.83 | 1.19 | | 13.18 | 203.57 | 5.09 |
| 2 | 20.5 | | 6.6 | | 12.3 | 40.35 | 1.0 | | 11.19 | 172.84 | 4.32 |
| 3 | 23.5 | | 5.775 | | 10.3 | 33.78 | 0.84 | | 9.43 | 145.69 | 3.64 |
| 4 | 32.8 | | 4.125 | | 6.58 | 21.59 | 0.54 | | 6.13 | 94.71 | 2.36 |
| 5 | 41 | | 3.3 | | 4.89 | 16.05 | 0.40 | | 4.61 | 71.18 | 1.78 |
| 6 | 54.6 | | 2.475 | | 3.3 | 10.94 | 0.27 | | 3.19 | 49.25 | 1.23 |
| 7 | 82 | | 1.65 | | 1.95 | 6.38 | 0.16 | | 1.89 | 29.31 | 0.73 |
| 8 | 108.7 | | 1.245 | | 1.3 | 4.38 | 0.11 | | 1.32 | 20.44 | 0.51 |
| 9 | 135.3 | | 1 | | 1 | 3.28 | 0.08 | | 1.0 | 15.44 | 0.38 |

8 Построение диаграммы,соответствующей реальному (действительному)

циклу.

Угол опережения зажигания : 

Продолжительность задержки воспламенения (f-e) составляет по углу

поворота коленвала : 

С учётом повышения давления от начавшегося до ВМТ сгорания давление конца сжатия Pcl (точка сl) составляет:



Максимальное давление рабочего цикла Pz достигает величины

Это давление достигается после прохождения поршнем ВМТ при повороте коленвала на угол 



Моменты открытия и закрытия клапанов определяются по диаграммам фаз газораспределения двигателей-протатипов,имеющих то же число и расположение цилиндров и примерно такую же среднюю скорость поршня,что и проектируемый двигатель.

В нашем случае прототипом является двигатель ЗИЛ-130. Его характеристики:

Определяем положение точек : 



**Динамический расчёт**

Выбор масштабов:

Давления 

Угол поворота коленвала 

Ход поршня 

Диаграмма удельных сил инерции Pj возвратно-поступательных движущехся масс КШМ









**Диаграмма суммарной силы  ,действующей на поршень**

 ; избыточное давление газов

**Диаграмма сил N,K,T**

Аналитическое выражение сил:



угол поворота кривошипа

угол отклонения шатуна

**Полярная диаграмма силы Rшш ,действующей на шатунную шейку коленвала.**

Расстояние смещения полюса диаграммы



Расстояние от нового полюса Пшш до любой точки диаграммы равно геометрической сумме векторов Krш и S



**Анализ уравновешенности двигателя**

У 4х тактного V-образного 8ми цилиндрового двигателя коленвал несимметричный.Такой двигатель рассматривают как четыре 2ух цилиндровых V-образных двигателя,последовательно размещённых по оси коленвала.

Равнодействующая сил инерции I порядка каждой пары цилиндров, будучи направлена по радиусу кривошипа,уравновешивается противовесом,т.е. в двигателе с противовесами:



Сила инерции 2-го порядка пары цилиндров:



Все эти силы лежат в одной плоскости,равны по абсолютному значению, но попарно отличаются лишь знаками.Их геометрическая сумма = 0.

Моменты от сил инерции II порядка,возникающие от 1-й и 2-й пар цилиндров,равны по значению и противоположены по знаку;точно так же от 2-й и 3-й пар цилиндров.

**Диаграмма суммарного индикаторного крутящего момента Мкр**

Величина суммарного крутящего момента от всех цилиндров получается графическим сложением моментов от каждого цилиндра,одновременно действующих на коленвал при данном значении угла 

Последовательность построения Мкр :

На нулевую вертикаль надо нанести результирующую суммирования ординат 0+3+6+9+12+15+18+21 точек,на первую 1+4+7+10+13+16+19+22

точек и т.д.

Потом сравнивается со значением момента полученного теоретически.

Проверка правельности построения диаграммы:



Схема пространственного коленчатого вала 8 цилиндрового V-образного двигателя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  | Pr |  | Pj | P | tg | N |  | K |  | T |
| 0 | 0 | 1 | 1.260 | -40 | -39 | 0 | 0 | 1 | -39 | 0 | 0 |
| 1 | 30 | -1 | 0.996 | -31.6 | -32.6 | 0.131 | -4.3 | 0.801 | -26.1 | 0.613 | -20 |
| 2 | 60 | -1 | 0.370 | -11.8 | -12.8 | 0.230 | -3 | 0.301 | -3.8 | 0.981 | -12.5 |
| 3 | 90 | -1 | -0.260 | 8.2 | 7.2 | 0.267 | 1.9 | -0.267 | -1.9 | 1 | 7.2 |
| 4 | 120 | -1 | -0.630 | 20 | 19 | 0.230 | 4.4 | -0.699 | -13.3 | 0.751 | 14.2 |
| 5 | 150 | -1 | -0.736 | 23.3 | 22.3 | 0.131 | 3 | -0.931 | -20.7 | 0.387 | 8.6 |
| 6 | 180 | -1 | -0.740 | 23.5 | 22.5 | 0 | 0 | -1 | -22.5 | 0 | 0 |
| 7 | 210 | 0 | -0.736 | 23.3 | 23.3 | -0.131 | -3 | -0.931 | -21.7 | -0.387 | -9 |
| 8 | 240 | 1 | -0.630 | 20 | 21 | -0.230 | -4.8 | -0.699 | -14.7 | -0.751 | -15.7 |
| 9 | 270 | 2 | -0.260 | 8.2 | 10.2 | -0.267 | -2.7 | -0.267 | -2.7 | -1 | -10.2 |
| 10 | 300 | 8 | 0.370 | -11.8 | -3.8 | -0.230 | 0.9 | 0.301 | -1.1 | -0.981 | 3.7 |
| 11 | 330 | 24 | 0.996 | -31.6 | -7.6 | -0.131 | 1 | 0.801 | -6.1 | -0.613 | 4.6 |
| 12 | 360 | 54 | 1.260 | -40 | 14 | 0 | 0 | 1 | 14 | 0 | 0 |
| 12’ | 370 | 169 | 1.229 | -39 | 130 | 0.045 | 5.8 | 0.977 | 127 | 0.218 | 28.3 |
| 12’’ | 380 | 152 | 1.139 | -36.1 | 115.9 | 0.089 | 10.3 | 0.909 | 105.3 | 0.426 | 49.4 |
| 13 | 390 | 106 | 0.996 | -31.6 | 74.4 | 0.131 | 9.7 | 0.801 | 59.6 | 0.613 | 45.6 |
| 14 | 420 | 45 | 0.370 | -11.8 | 33.2 | 0.230 | 7.6 | 0.301 | 10 | 0.981 | 32.5 |
| 15 | 450 | 24 | -0.260 | 8.2 | 32.2 | 0.267 | 8.6 | -0.267 | -8.6 | 1 | 32.2 |
| 16 | 480 | 15 | -0.630 | 20 | 35 | 0.230 | 8 | -0.699 | -24.5 | 0.751 | 26.3 |
| 17 | 510 | 10 | -0.736 | 23.3 | 33.3 | 0.131 | 4.4 | -0.931 | -31 | 0.387 | 12.9 |
| 18 | 540 | 6 | -0.740 | 23.5 | 29.5 | 0 | 0 | -1 | -29.5 | 0 | 0 |
| 19 | 570 | 2 | -0.736 | 23.3 | 25.3 | -0.131 | -3.3 | -0.931 | -23.5 | -0.387 | -9.8 |
| 20 | 600 | 1 | -0.630 | 20 | 21 | -0.230 | -4.8 | -0.699 | -14.7 | -0.751 | -15.8 |
| 21 | 630 | 1 | -0.260 | 8.2 | 9.2 | -0.267 | -2.4 | -0.267 | -2.4 | -1 | -9.2 |
| 22 | 660 | 1 | 0.370 | -11.8 | -10.8 | -0.230 | 2.5 | 0.301 | -3.2 | -0.981 | 10.6 |
| 23 | 690 | 1 | 0.996 | -31.6 | -30.6 | -0.131 | 4 | 0.801 | -24.5 | -0.613 | 18.7 |
| 24 | 720 | 1 | 1.260 | -40 | -39 | 0 | 0 | 1 | -39 | 0 | 0 |