**Содержание**

ВВЕДЕНИЕ

1. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ РАБОЧЕГО ТЕЛА В ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧКАХ ИНДИКАТОРНОЙ ДИАГРАММЫ

2.1 ПРОЦЕСС ВПУСКА

2.2 ПРОЦЕСС СЖАТИЯ

2.3 ПРОЦЕСС СГОРАНИЯ

2.4 ПРОЦЕС РАСШИРЕНИЯ

3. ИНДИКАТОРНЫЕ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА ЦИЛИНДРА И ХОДА ПОРШНЯ

5. ПОСТРОЕНИЕ ИНДИКАТОРНОЙ ДИАГРАММЫ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**ВВЕДЕНИЕ**

На наземном транспорте наибольшее распространение получили двигатели внутреннего сгорания. Эти двигатели отличаются компактностью, высокой экономичностью, долговечностью и применяются во всех отраслях народного хозяйства.

В настоящее время особое внимание уделяется уменьшению токсичности выбрасываемых в атмосферу вредных веществ и снижению уровня шума работы двигателей.

Специфика технологии производства двигателей и повышение требований к качеству двигателей при возрастающем объеме их производства, обусловили необходимость создания специализированных моторных заводов. Успешное применение двигателей внутреннего сгорания, разработка опытных конструкций и повышение мощностных и экономических показателей стали возможны в значительной мере благодаря исследованиям и разработке теории рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания.

Выполнение задач по производству и эксплуатации транспортных двигателей требует от специалистов глубоких знаний рабочего процесса двигателей, знания их конструкций и расчета двигателей внутреннего сгорания.

Рассмотрение отдельных процессов в двигателях и их расчет позволяют определить предполагаемые показатели цикла, мощность и экономичность, а также давление газов, действующих в надпоршневом пространстве цилиндра, в зависимости от угла поворота коленчатого вала. По данным расчета можно установить основные размеры двигателя (диаметр цилиндра и ход поршня ) и проверить на прочность его основные детали.

1. **ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ**

ТАБЛИЦА 1. Параметры двигателя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель двигателя | Номинальная мощность Ne *кВт*. | Частота вращения кален вала n, *обр/мин* | Число и расолежение цилиндров | Степень сжатия  ε | Диаметр цилиндра  D, *мм* | Ход поршня  S, *мм* | Рабочий объем  Vл, *л* | Минимальны удельный расход топлива  ge, *г/кВт•ч* |
| ВАЗ-2107 | 55,6 | 5600 | 4-Р | 8,5 | 76 | 66 | 1,197 | 313 |

По заданным параметрам двигателя произвести тепловой расчет, определить параметры состояния рабочего тела, соответствующие характерным точкам цикла, индикаторные и эффективные показатели двигателя, диаметр цилиндра и ход поршня, построить индикаторную диаграмму. Тепловой расчет для карбюраторного двигателя произвести для режима максимальной мощность.

При проведении теплового расчёта для карбюраторного двигателя выбираем следующие параметры:

Давление окружающей среды *ро =* 0,1 МПа

Температура окружающей среды То = 293 К

Давление остаточных газов *рr =* 0,114 МПа

Температура остаточных газов Тr = 1050 К

Подогрев свежего заряда ∆Т = 20۫С

Коэффициент наполнения ηv = 0,8

Коэффициент избытка воздуха α = 0,96

В соответствии с заданной степенью сжатия ε = 8,5 можно использовать бензин АИ 93

Молекулярная масса топлива: С = 0,855; Н = 0,145; mt = 115 *кг/моль*

Низшая теплота сгорания: Нu = 33,891\*C+125,6\*H-2,51\*9\*H= 44 *МДж/кг*

Средний показатель политропны сжатия n1 = 1,37

Средний показатель политропны расширения n2 = 1,24

Коэффициент использования тепла ξ = 0,9

тепловой карбюраторный двигатель индикаторный

**2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ РАБОЧЕГО ТЕЛА В ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧКАХ ИНДИКАТОРНОЙ ДИАГРАММЫ**

**2.1 ПРОЦЕСС ВПУСКА**

Давление в конце впуска

, где



- потери давления в следствие сопротивления впускной системы и затухания скорости движения заряда в цилиндре.



где



β - коэффициент затухания скорости движения заряда;

- коэффициент сопротивления впускной системы;



– средняя скорость движения заряда в наименьшем сечении впускной системы;



- плотность заряда на впуске;



;



Коэффициент остаточных газов



Температура в конце впуска



**2.2 ПРОЦЕСС СЖАТИЯ**

Давление в конце сжатия:



Температура в конце сжатия:



**2.3 ПРОЦЕСС СГОРАНИЯ**

Определение теоретически необходимого количества воздуха при полном сгорании жидкого топлива . Наименьшее количество кислорода Оо , которое необходимо подвести извне к топливу для полного его окисления.

*кмоль воз/кг топл*



*кг возд/кг топл*, где



С, Н, О – массовые доли углерода, водорода и кислорода в элементарном составе топлива;

0,21 – объёмное содержание кислорода в 1 *кг* воздуха;

0,23 – массовое содержание кислорода в 1 *кг* воздуха;

Действительное количество молей свежего заряда:

где



- действительное количество воздуха, необходимое для сгорания 1*кг* воздуха.



- молекулярная масса паров автомобильных бензинов.



Количество молей продуктов сгорания, ,



Действительный коэффициент молекулярного изменения рабочей смеси:

, где



- коэффициент молекулярного изменения горючей смеси.



Температура в конце видимого сгорания:

Температура конца видимого сгорания Тz для карбюраторного двигателя α<1 определяется из уравнения сгорания:

, где



ξ – коэффициент использования тепла;

– теплопроводность топлива;



- неполнота сгорания топлива;



и - средние мольные теплоёмкости при постоянном объёме рабочей смеси и продуктов сгорания, значения средних мольных теплоемкостей приближенно определяем по формулам;



Определяем температуру в конце сгорания по уравнению сгорания:

,



тогда получим :



Давление в конце видимого сгорания карбюраторного двигателя



Степень повышения давления



**2.4 ПРОЦЕС РАСШИРЕНИЯ**

В процессе расширения происходит преобразование тепловой энергии в механическую, определяем по формулам:



1. **ИНДИКАТОРНЫЕ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ**

Теоретическое средние индикаторное давление определяем по формуле:



Действительное средние индикаторное давление:

, где



φ – коэффициент скругления индикаторной диаграммы для карбюраторных двигателей принимаем равным 0,96

Индикаторный КПД цикла:



Индикаторный удельный расход топлива:



Средние давление механических потерь:

при ,



, где



Средние эффективное давление:



Механический КПД двигателя:



Эффективный КПД и эффективный удельный расход топлива:



1. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА ЦИЛИНДРА И ХОДА ПОРШНЯ**

Задаем отношение



Определяем рабочий объём двигателя по формуле:

, где



τ = 4 - тактность двигателя;

*i* = 4 - число цилиндров;

Объём одного цилиндра:



Определяем диаметр и ход поршня:



Окончательно принимаем: S = 66*мм*, D = 76*мм*.

Определяем номинальную мощность двигателя:



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Двигатель | N,  кВт | Nн,  мин | ε | D,  *мм* | S,  *мм* | Vh,  *л* | Vп,  *м/с* | ge,  *г/кВт·ч* |
| Проектируемый | 52,5 | 5600 | 8,5 | 76 | 66 | 1,267 | 12 | 254 |
| Прототип | 55,6 | 5600 | 8,5 | 76 | 66 | 1,197 | 12 | 313 |

**Вывод**: основные данные полученные в тепловом расчёте при сравнение с характеристиками прототипа позволяют сделать вывод о том что для дальнейших расчётов мы можем принять этот двигатель так как расхождение не превышает 10%.

1. **ПОСТРОЕНИЕ ИНДИКАТОРНОЙ ДИАГРАММЫ**

Индикаторную диаграмму строят для номинального режима работы двигателя, т. е. при

Ne = 52,5*кВт* и Nн = 5600 *об/мин*.

Масштабы диаграммы: масштаб хода поршня Мs = 1 *мм* в *мм*;

Масштаб давлений: Мр = 0,05 *МПа* в *мм*.

Приведенные величины, соответствующие рабочему объему цилиндра и объему камеры сгорания:

;



Максимальная высота диаграммы (точка z)



Ординаты характерных точек:



Построение политроп сжатия и расширения аналитическим методом:

а) политропа сжатия отсюда



,



где



б) политропа расширения отсюда



Результаты расчета точек политроп приведены в табл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № точек | OX, мм |  | Политропа сжатия | | | Политропа расширения | | |
|  | , мм | , МПа |  | , мм | , МПа |
| 1 | 8,8 | 8,5 | 18,76 | 34,1 | 1,7 (точка с) | 14,2 | 136,9 | 6,84 (точка z) |
| 2 | 9,3 | 8 | 17,39 | 31,6 | 1,58 | 13,2 | 127,8 | 6,39 |
| 3 | 10,7 | 7 | 14,35 | 26,1 | 1,3 | 11,14 | 107,4 | 5,36 |
| 4 | 14,9 | 5 | 9,12 | 16,6 | 0,83 | 7,39 | 71,28 | 3,56 |
| 5 | 18,7 | 4 | 6,68 | 12,1 | 0,6 | 5,58 | 53,7 | 2,68 |
| 6 | 24,9 | 3 | 4,51 | 8,2 | 0,41 | 3,91 | 37,7 | 1,88 |
| 7 | 37,4 | 2 | 2,58 | 4,7 | 0,23 | 2,36 | 22,77 | 1,138 |
| 8 | 49,86 | 1,5 | 1,74 | 3,1 | 0,15 | 1,653 | 15,93 | 0,796 |
| 9 | 74,8 | 1 | 1 | 1,82 | 0,091(точка а) | 1 | 9,64(точка b) | 0,482 |

Так как рассчитываемый двигатель достаточно быстроходен n = 5600 *об/мин.*, то фазы газораспределения устанавливаем с учетом получения хорошей очистки от отработавших газов и обеспечения дозарядки. В связи с этим начало открытия впускного клапана (точка r΄) устанавливается за 18˚ до прихода поршня в В.М.Т., а закрытие (точка *а*΄΄) – через 60˚ после прохода поршнем Н.М.Т.; начало открытия выпускного клапана (точка *b*΄) принимаем за 55˚ до прихода поршня в Н.М.Т., а закрытие (точка *а*΄) – через 25˚ после прохода поршнем В.М.Т. Учитывая быстроходность двигателя, угол опережения зажигания θ принимаем равным 35˚, а период воспламенения ∆φ1 = 5˚.

В соответствии с принятыми фазами газораспределения и углом опережения зажигания определяют положение точек r', а', а", с', f и b' по формуле для перемещения поршня:



где λ — отношение радиуса кривошипа к длине шатуна.

При построении индикаторной диаграммы предварительно принимается λ = 0,285.

Расчеты координат точек *r', а', а", с', f* и *b'* сведены в табл.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение точек | Положение точек |  |  | Расстояние точек от в.м.т. (AX), мм |
|  | до в.м.т. | 18 | 0,0626 | 2,06 |
|  | после в.м.т. | 25 | 0,1194 | 3,9 |
|  | после н.м.т. | 60 | 1,5969 | 52,7 |
|  | до в.м.т. | 35 | 0,2279 | 7,5 |
|  | до в.м.т. | 30 | 0,1696 | 5,6 |
|  | до н.м.т. | 55 | 1,6686 | 55,06 |

Положение точки определяется по формуле:



МПа;



мм.



Действительное давление сгорания

МПа;



мм.



Соединяя плавными кривыми точки *r* с *а'*, *с'* с *с"* и далее с *z*д и кривой расширения, *b'* с *b"* (точка *b"* располагается обычно между точками *b* и *а*) и линией выпуска *b"r' r*, получим скругленную действительную индикаторную диаграмму *ra'ac'fc"z*д*b'b"r*.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей; учеб. пособие для вузов.; М.: Высшая школа, 1980.- 400с.