Министерство образования и науки РФ

Московский Государственный Открытый Университет

Чебоксарский институт

Кафедра

Автомобили и автомобильное хозяйство

( наименование кафедры)

Специальность 190601

(шифр специальности)

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

**По дисциплине Автомобильные двигатели**

**(наименование дисциплины)**

КПАД 08.96.00 ПЗ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дата проверки

Выполнил студент Иванов С.В.

Результат проверки

Учебный шифр 705196

Курс 3

Проверил Казаков Ю.Ф.

Замечания

2008

**СОДЕРЖАНИЕ**

Содержание

Задание на курсовое проектирование

Введение

1. Тепловой расчёт двигателя

Параметры рабочего тела

Параметры отработавших газов

Расчёт первого такта

Расчёт второго такта

Расчёт участка подвода тепла

Расчёт третьего такта

Расчёт четвёртого такта

Индикаторные параметры рабочего цикла

Эффективные параметры рабочего цикла

Построение индикаторных диаграмм в координатах (P-V

Тепловой баланс

Скоростная характеристика двигателя

1. Динамический расчет двигателя

Расчёт сил, действующих в КШМ

Результаты динамического расчёта

Построение полярной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку

1. Расчёт деталей двигателя на прочность

Расчёт поршня

Расчет поршневого кольца

Расчёт поршневого пальца

Расчёт стержня шатуна

1. Расчет систем двигателя

Расчет системы смазки

Схема системы смазки двигателя

Расчёт системы охлаждения

Схема системы охлаждения двигателя

5. Конструктивная разработка двигателя

Список использованной литературы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Чебоксарский институт (филиал) МГОУ | | |
| Техническое задание на курсовой проект по автомобильным двигателям Родионовой А. В. | | КПАД 08. 96.00 ПЗ |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | № | Исходные параметры |  | | 1 | Тип двигателя и его назначение | Бензиновый двигатель  для легкового автомобиля | | 2 | Диаметр цилиндра D, м | 0,082 | | 3 | Ход поршня S, м | 0,070 | | 4 | Число цилиндров | Р-4 | | 5 | Частота вращения номинальная n, об/мин | 5800 | | 6 | Число клапанов на цилиндр | 4 | | 7 | Тип охлаждения | жидкостное | | 8 | Давление окружающей атмосферы , МПа | 0,1 | | 9 | Температура окружающей атмосферы , K | 293 | | 10 | Средняя скорость заряда в клапане , м/сек | 70 | | 11 | Коэффициент сопротивления при впуске | 2,4 | | 12 | Коэффициент избытка воздуха | 1,0 | | 13 | Коэффициент дозарядки | 1,05 | | 14 | Коэффициент очистки | 0,92 | | 15 | Повышение давления в компрессоре при наддуве | \_\_ | | 16 | Охлаждение воздуха после компрессора , К | \_\_ | | 17 | Отношение радиуса кривошипа к длине шатуна | 0,280 | | 18 | Состав топлива | С=0,855; H=0.145; . | | 19 | Низшая теплота сгорания , кДж/кг | 44000 | | 20 | Степень сжатия | 9,8 | | 21 | Давление остаточного газа , МПа | 0,105 | | 22 | Температура остаточного газа , К | 1100 | | 23 | Подогрев при впуске, К | 15 | | 24 | Угол начала открытия впускного клапана |  | | 25 | Угол конца закрытия впускного клапана |  | | 26 | Угол начала открытия выпускного клапана |  | | 27 | Угол конца закрытия выпускного клапана |  | | 28 | Угол, при котором подаётся искра | 30 | | | |
|  | Дата выдачи | 2.02.2008 |
| Консультант | Казаков Ю.Ф. |

**Введение.**

Современные наземные виды транспорта обязаны своим развитием главным образом применению в качестве силовых установок поршневых двигателей внутреннего сгорания. Именно поршневые ДВС до настоящего времени являются основным видом силовых установок, преимущественно используемых на автомобилях, тракторах, сельскохозяйственных, дорожно-транспортных и строительных машинах. Эта тенденция сохраняется сегодня и будет еще сохранятся в ближайшей перспективе.

Курсовое проектирование – заключительная часть учебного процесса по изучению дисциплины, раскрывающее степень усвоения необходимых знаний, творческого использования их для решения конкретных инженерных задач. Оно служит одновременно начальным этапом самостоятельной работы молодого специалиста, сокращающий период его адаптации на производстве. Целью данного курсового проектирования является расчет проектируемого автомобильного двигателя.

**1.ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ДВИГАТЕЛЯ**

**1.1.Параметры рабочего тела**

**1.1.1. Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива:**



кмоль воздуха/кг топлива;



кг воздуха/ кг топлива;



**1.1.2.Рассчитываем количество свежего заряда :**

кмоль воздуха /кг топлива;



**1.1.3.Рассчитываем количество горючей смеси:**

кмоль/кг;



1.2. Параметры отработавших газов

**1.2.1. При α=1 количество отдельных компонентов продуктов сгорания в расчете на 1 кг топлива равно:**

оксида углерода кмоль;



углекислого газа кмоль;



водорода кмоль;



водяного пара , кмоль;



азота кмоль;



кислорода кмоль.



**1.2.2. Общее количество продуктов сгорания бензина:**



кмоль/кг.



**1.2.5. Коэффициент молекулярного изменения горючей смеси:**



**1.3. Расчет первого такта (впуск )**



**1.3.1. Определяем потери давления во впускном тракте при впуске:**



МПа,



Плотность воздуха: , кг/;



**1.3.2. Рассчитываем давление в конце впуска в цилиндре двигателя:**

МПа;



**1.3.3. Рассчитываем коэффициент остаточного газа в двигателе:**

,



Принимаем ;



**1.3.4. Определяем температуру в конце впуска в двигателе:**

К;



**1.3.5. Рассчитываем коэффициент наполнения двигателя:**

, ;



**1.4. Расчёт второго такта ( впуск )**



**1.4.1. Давление в конце сжатия:**

, МПа;



**1.4.2. Температура в конце сжатия:**

, К,



, ,



где - показатель политропы сжатия;



**1.4.3 Показатель политропы сжатия определяется по эмпирической зависимости:**



;



**1.5. Расчёт участка подвода тепла**

В результате расчёта этого участка определяем значения и после подвода тепла.



**1.5.1. Уравнение сгорания имеет вид:**



**1.5.2. - средняя молярная теплота сгорания свежего заряда при постоянном объёме:**



**1.5.3. - средняя мольная теплоёмкость продуктов сгорания:**



Коэффициент использования тепла принимаем



**1.5.4. Коэффициент действительного молекулярного изменения рабочей смеси определяем из уравнения:**



**1.5.5. - потери тепла в связи с неполнотой сгорания из-за недостатка кислорода определяются по уравнению:**



Обозначим через левую (известную) часть уравнения и подставим значение из уравнения сгорания, тогда получаем:



или



Решаем квадратное уравнение и находим :



**1.5.6. Определяем давление в цилиндре после подвода тепла:**



Степень повышения давления принимаем=3,4, при МПа



**1.6. Расчёт третьего такта (расширение )**



**1.6.1. Давление и температура в конце расширения:**



**1.6.2. Показатель политропы расширения определяем по эмпирической зависимости:**



**1.6.3. Для оценки точности теплового расчёта проводим проверку ранее принятой температуры отработавших газов :**



К



Определяем погрешность:

, что допустимо.



**1.7. Расчёт четвёртого такта (очистка цилиндра )**



,



1.**8. Индикаторные параметры рабочего цикла**

**1.8.1. Теоретическое индикаторное давление равно:**



Действительное среднее индикаторное давление:

,



где - коэффициент, учитывающий «скругление» индикаторной диаграммы.



**1.8.3. Рассчитываем индикаторную мощность и индикаторный крутящий момент двигателя:**



Н\*м



Для 4-х тактного двигателя коэффициент тактности



**1.8.4. Определяем индикаторный КПД и удельный расход топлива**:



г/кВт\*ч



**1.9. Эффективные параметры рабочего цикла**

**1.9.1. Рассчитываем среднее давление механических потерь:**



где - коэффициенты, зависящие от числа цилиндров (i=4<6), от отношения хода поршня к диаметру цилиндра (S/D= 0,07/0,082=0,853<1) и от типа камеры сгорания. Принимаем и



Средняя скорость поршня:



**1.9.2. Рассчитываем среднее эффективное давление:**



**1.9.3. Рассчитываем механический КПД:**



**1.9.4. Определяем эффективную мощность:**



**1.9.5. Определяем эффективный КПД:**



**1.9.6. Определяем эффективный удельный расход топлива:**



**1.9.7. Эффективный крутящий момент:**



**1.9.8. Расход топлива:**



**1.9.9. Литровая мощность**:



**1.10. Построение индикаторной диаграммы в координатах (P-V)**

Строим теоретическую индикаторную диаграмму в координатах P-V. На оси абсцисс откладываем значение объёма камеры сгорания .



За масштаб давления принимаем значение .



Далее в принятом масштабе откладываем объём: мм



Параметры необходимые для построения диаграммы:



Через точки z, r, a - проводим прямые, параллельные оси абсцисс. Точки c, b, a - соединяем прямыми, параллельными оси ординат. Точки а и с соединяем линией процесса политропы сжатия, а точки z и b - линией процесса политропы расширения. Построение линий процессов сжатия и расширения выполняем аналитическим методом.

Для построения линий процессов сжатия a - c и расширения z – b определим давление в нескольких промежуточных точках. Для этого зададимся несколькими промежуточными значениями объёма в интервале рабочего хода поршня.

Тогда давление для значений объёмов составляем:

для процесса политропы сжатия



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 |
|  | 21,2 | 12,08 | 8,1 | 6 | 4,6 | 3,7 | 3 | 2,6 |



для процесса политропы расширения



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 |
|  | 82,3 | 49 | 34 | 25,5 | 20,2 | 16,6 | 14,02 | 12,07 |



Через точки а, с и полученные промежуточные точки для процесса политропы сжатия проводим плавную прямую – политропу сжатия. Через точки b, z и полученные точки для процесса политропы расширения проводим другую плавную прямую – политропу расширения.

**1.11. Тепловой баланс.**

**1.11.1. Из пункта 1.9.5. известно, что доля теплоты, затраченная на полезную работу**



**1.11.2. Доля теплоты, потерянная в ДВС из-за недогорания топлива при α=1:**



**1.11.3. Доля теплоты, унесённая отработавшими газами :**



Определяем энтальпию отработавших газов при температурах 0..1143°C:

Из таблицы 4 с учётом α=1 и принимаем .



При и α=1:



Определяем энтальпию топливо-воздушной смеси в конце пуска:



**1.11.4. Доля тепла, передаваемая охлаждающей среде:**



**1.12. Скоростная характеристика двигателя.**

Построение внешней скоростной характеристики ведём в интервале , предварительно задавшись шагом , где ;



.



**1.12.1. Мощность двигателя:**



При ,



**1.12.2. Крутящий момент:**



При ,



**1.12.3 Среднее эффективное давление четырёхтактного двигателя:**



При ,



**1.12.4. Среднее давление механических потерь:**



При ,



**1.12.5. Среднее индикаторное давление:**



При ,



**1.12.6. Удельный эффективный расход топлива:**



При ,



**1.12.7. Часовой расход топлива:**



При ,



Остальные данные приведены в таблице результатов расчета внешней скоростной характеристики.

Результаты расчёта внешней скоростной характеристики:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| , об/мин | кВт | Нм | МПа | МПа | ,  МПа | г/кВт\*ч | кг/ч |
|  | 11,358 | 112,980 | 0,961 | 0,059 | 1,02 | 322,013 | 3,675 |
| 1960 | 24,933 | 121,476 | 1,033 | 0,086 | 1,119 | 354,451 | 8,83 |
| 2960 | 38,459 | 124,073 | 1,055 | 0,112 | 1,167 | 265,440 | 10,209 |
| 3960 | 50,082 | 120,770 | 1,027 | 0,138 | 1,165 | 265,067 | 13,275 |
| 4960 | 57,947 | 111,563 | 0,949 | 0,165 | 1,114 | 283,303 | 16,417 |
| 5960 | 60,199 | 96,453 | 0,820 | 0,191 | 1,011 | 320,147 | 19,273 |
|  | 60,293 | 99,268 | 0,844 | 0,187 | 1,031 | 313 | 18,872 |
|  | 54,987 | 75,482 | 0,641 | 0,218 | 0,859 | 375,6 | 20,653 |

2. ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Динамический расчет автомобильного двигателя производится на режиме максимальной мощности по результатам теплового расчета. В результате расчета необходимо определить следующие силы и моменты, действующие в кривошипно-шатунном механизме двигателя:

- избыточное давление газов над поршнем , МПа;



- удельную суммарную силу, действующую на поршень, МПа;



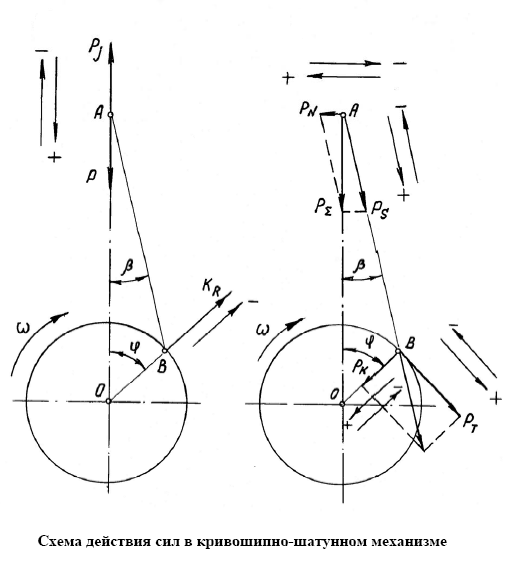
- удельную суммарную силу, воспринимаемую стенками цилиндра (нормальное давление) , МПа;



- удельную силу инерции от возвратно-поступательно движущихся масс , МПа



- удельную силу, действующую вдоль шатуна, МПа;



- удельную силу, дейст-вующую вдоль кривошипа , МПа;



- удельную силу, направ-ленную по касательной к окружности радиуса криво-шипа , МПа;



- крутящий момент от одного цилиндра , Нм;



- крутящий момент от i цилиндров , Нм;



- удельную центробежную силу инерции от неуравно-вешенных вращающихся масс, сосредоточенных на радиусе кривошипа, МПа;



- удельную силу, дей-ствующую на шатунную шейку, МПа.



**2.1. Расчет сил, действующих в КШМ**

**2.1.1. Построение развернутой индикаторной диаграммы в координатах р-α.**

Перестройку индикаторной диаграммы из p-V в развернутую диаграмму удельных давлений (в координатах р-α), действующих на поршень, проще выполнить графическим методом Брикса. Метод Брикса заключается в том, что на длине хода поршня построенной индикаторной диаграммы в координатах p-V описывают полуокружность с центром в точке О.

Для учета влияния длины шатуна откладывают от центра полуокружности (точки О) по направлению нижней мертвой точки бицентровую поправку Брикса в масштабе диаграммы:

a= ход поршня (мм)(по заданию) / ход поршня(мм) (по индикаторной диаграмме)=70/176=0,398

Тогда:

,



где - радиус кривошипа;



- отношение радиуса кривошипа к длине шатуна.



Из точки O1 проводим ряд лучей под углами до пересечения с полуокружностью. Проекции концов этих лучей на линии процесса всасывания, сжатия, расширения и выпуска указывают, какие точки рабочего процесса соответствуют тем или иным углам поворота коленчатого вала.



**2.1.2. Рассчитываем избыточное давление газов над поршнем:**

,



при α=370°



**2.1.3. Определяем удельное значение силы инерции от возвратно-поступательного движения масс поршневой группы:**

,



при α=370°



Здесь , где конструктивные массы:



- поршневой группы ( поршень из алюминиевого сплава),



- шатуна ,



- неуравновешенные части одного колена вала без противовесов (чугунный литой вал с полыми шейками).



**2.1.4. Рассчитываем удельную суммарную силу, действующую вдоль оси цилиндра: ,**



при α=370°



**2.1.5. Рассчитываем удельную суммарную силу, действующую на стенку цилиндра: ,**



при α=370°



**2.1.6. Рассчитываем удельную суммарную силу, действующую вдоль шатуна:**

,



при α=370°



**2.1.7. Определяем удельную силу, действующую вдоль кривошипа**:

,



при α=370°



**2.1.8. Рассчитываем удельную суммарную силу, действующую по касательной к кривошипу: ,**



при α=370°



**2.1.9. Определяем крутящий момент от одного цилиндра: ,**



где - площадь цилиндра,



при α=30°



Результаты расчета суммарного крутящего момента (порядок работы цилиндров 1342)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| α,  град | Цилиндры | | | | | | | | ,  Нм |
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| α° | М, Нм | α° | М, Нм | α° | М, Нм | α° | М, Нм |
| 0 | 0 | 0 | 540 | 0 | 180 | 0 | 360 | 0 | 0 |
| 30 | 30 | -201,25 | 570 | -91 | 210 | -85,75 | 390 | 320,3 | -57,75 |
| 60 | 60 | -117,3 | 600 | -159 | 240 | -154 | 420 | 126 | -304,5 |
| 90 | 90 | 85,75 | 630 | -99,75 | 270 | -106,8 | 450 | 211,75 | 91 |
| 120 | 120 | 148,75 | 660 | 103,25 | 300 | 68,25 | 480 | 206,5 | 526,75 |
| 150 | 150 | 85,75 | 690 | 192,5 | 330 | 119 | 510 | 112 | 509,25 |
| 180 | 180 | 0 | 720 | 0 | 360 | 0 | 540 | 0 | 0 |

**2.1.10. Определяем средний индикаторный момент:**

**2.1.11. Рассчитываем удельную центробежную силу инерции от вращающейся массы шатуна, сосредоточенной на радиусе кривошипа:**

,



где



**2.1.12. Рассчитываем силу, действующую на поверхность шатунной шейки:**



при α=370 ,



**2.2. Построение полярной диаграммы сил, действующей на шатунную шейку**



2.3.1. Строим координатную системуи с центром в точке 0, в которой отрицательная ось направлена вверх.



2.3.2. В таблице результатов динамического расчёта каждому значению α=0, 30°, 60°…70° соответствует точка с координатами. Наносим на плоскостьи эти точки. Последовательно соединяя точки, получим полярную диаграмму. Вектор. соединяющий центр 0 с любой точкой диаграммы, указывает направление вектора и его величину в соответствующем масштабе.



2.3.3. Строим новый центр отстоящий от 0 по оси на величину удельной центробежной силы от вращающейся массы нижней части шатуна. В этом центре условно располагают шатунную шейку с диаметром .



2.3.4. Вектор, соединяющий центр с любой точкой построенной диаграммы, указывает направление действия силы на поверхность шатунной шейки и ее величину в соответствующем масштабе.



2.3.5. Касательные линии из центра к верхней и нижней частям полярной диаграммы отсекают наиболее нагруженную от наименее нагруженной части поверхности шатунной шейки.



2.3.6. Масляное отверстие располагают в середине наименее нагруженной части поверхности шатунной шейки, для чего восстанавливают перпендикуляр к хорде, соединяющей точки пересечения касательных к верхней и нижней частям полярной диаграммы.

**3. РАСЧЁТ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ НА ПРОЧНОСТЬ**

Рассчитываем на прочность четыре детали: поршень, поршневые кольца, поршневой палец, стержень шатуна. Все расчёты производим на основе данных теплового и динамического расчётов.

**3.1. Расчёт поршня**

**3.1.1. Рассчитываем напряжение изгиба на днище поршня от газовой силы:**

,



где



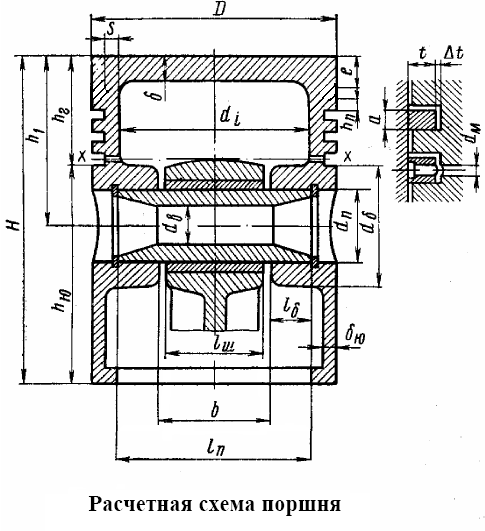
принимаем относительную толщину стенки головки поршня ; относительную радиальную толщину кольца ; радиальный зазор кольца в канавке поршня ; относительную толщину днища поршня .



- из таблицы результатов динамического расчёта.



. Допустимое напряжение для алюминиевых поршней при наличии рёбер жесткости: .

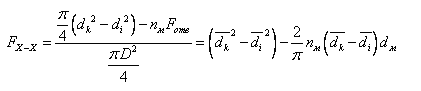


**3.1.2. Рассчитываем напряжение сжатия от газовых сил в сечении Х-Х**:

,



где - относительная площадь расчётного сечения поршня с учётом ослабления его отверстиями для отвода масла:



где относительный диаметр поршня по дну канавки: ,



диаметр масляного кольца ,



.



Число масляных отверстий .



Допустимое напряжение сжатия для алюминиевых сплавов .



**3.1.3. Рассчитываем напряжение разрыва в сечении Х-Х от максимальной инерционной силы (при φ=0):**



Допустимое напряжение на разрыв для алюминиевых сплавов .



**3.1.4. Напряжение в верхней кольцевой перемычке:**

- напряжение среза:

,



где - относительная толщина первой кольцевой перемычки



- напряжение изгиба:



Cложное напряжение по третьей теории прочности:



**3.1.5. Удельное давление поршня, отнесённое к высоте юбки поршня:**

,



где относительная высота юбки поршня



**3.1.6. Удельное давление поршня, отнесённое ко всей высоте поршня:**

.



**3.2. Расчёт поршневого кольца**

**3.2.1. Рассчитываем среднее давление на стенку цилиндра:**

, где - модуль упругости для стали,



- относительная величина разности между величинами зазоров замка кольца в свободном и рабочем сечении.



**3.2.2. Рассчитываем эпюру давления кольца в различных точках окружности:**

, где - коэффициент для различных углов ψ по окружности кольца.



При



Результаты расчёта эпюры удельного давления кольца:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ψ, град | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 |
|  | 1,06 | 1,06 | 1,14 | 0,90 | 0,46 | 0,67 | 2,85 |
|  | 0,138 | 0,138 | 0,148 | 0,117 | 0,0598 | 0,087 | 0,34 |

По полученным данным строим эпюру давления кольца на стенку цилиндра.

**3.2.3. Рассчитываем напряжение кольца в рабочем состоянии:**



**3.2.4. Рассчитываем напряжение изгиба при надевании кольца на поршень:**

,



где m=1,57 – экспериментальный коэффициент, зависящий от способа надевания кольца.

Допустимое напряжение .



**3.3. Расчёт поршневого пальца**

**3.3.1. Рассчитываем удельное давление пальца на втулку верхней головки шатуна:**

,



где - относительная длина втулки поршневой головки шатуна,



- относительный наружный диаметр пальца.



,



где k=0,86 – коэффициент, учитывающий уменьшение инерционной силы за счётвычета массы поршневого пальца.

**3.3.2. Рассчитываем удельное давление пальца на бобышку:**



где - относительное расстояние между бобышками,



- относительная длина пальца.



**3.3.3. Напряжение от изгиба поршневого пальца:**



где .



**3.3.4. Рассчитываем касательное напряжение от среза пальца в сечениях, расположенных между бобышками и головкой шатуна:**



**3.3.5. Рассчитываем увеличение горизонтального диаметра пальца в его средней части (овализация пальца):**



где



**3.4. Расчёт стержня шатуна**

**3.4.1. Рассчитываем напряжение сжатия в сечении В-В от сжимающей силы .**



В плоскости качения шатуна:



,



где , - ширина шатуна в среднем сечении B-B;



- ширина шатуна в минимальном сечении;



- наружный диаметр поршневой головки шатуна;



,



- коэффициент, учитывающий влияние продольного изгиба шатуна в плоскости качения шатуна.



3.4.2. Рассчитываем напряжение сжатия в сечении В-В от сжимающей силы в плоскости, перпендикулярной плоскости качения шатуна:



где .



**3.4.3. Рассчитываем напряжения от действия растягивающей силы:**



**3.4.4. Рассчитываем средние значения напряжения цикла:**

* в плоскости качения шатуна:



- в плоскости, перпендикулярной плоскости качения шатуна:



**3.4.5. Рассчитываем амплитуды напряжения цикла:**

* в плоскости качения шатуна:



- в плоскости, перпендикулярной плоскости качения шатуна:



**3.4.6. Рассчитываем амплитуды цикла с учетом концентрации напряжений в зависимости от размера и способа обработки поверхности детали:**

* в плоскости качения шатуна:



- в плоскости, перпендикулярной плоскости качения шатуна:



**3.4.7. Определяем запас прочности шатуна по пределу усталости:**

* в плоскости качения шатуна:



- в плоскости, перпендикулярной плоскости качения шатуна:



**4. РАСЧЁТ СИСТЕМ ДВИГАТЕЛЯ**

**4.1. Расчёт системы смазки**

4.1.1. Рассчитываем количество тепла, отводимого от двигателя маслом, учитывая, что в современных автомобильных двигателях отводится 1,5÷3 % от общего количества теплоты, веденной в двигатель с топливом.



4.1.2. Рассчитываем циркуляционный расход масла. Массовый циркуляционный расход масла равен:

, при удельной теплоёмкости масла



4.1.3. Рассчитываем стабилизационный расход масла:



4.1.4. Определяем расчетную производительность насоса с учетом утечек масла через радиальные и торцевые зазоры:



4.1.5. Рассчитываем мощность, затрачиваемую на привод масляного насоса:

,



где - избыточное давление масла в системе ( и -соответственно давление масла перед насосом и за насосом),



- напор,



- объёмный расход масла,



**4.1.5. Схема системы смазки двигателя**

1. Отверстие в звездочке для смазывания цепи; 2. Магистральный канал в распределительном валу; 3. Канал в кулачке распределительного вала; 4. Кольцевая выточка на средней опорной шейке распределительного вала; 5. Маслоналивная горловина; 6. Канал в опорной шейке распределительного вала; 7. Наклонный канал в головке цилиндров: 8. Канал подвода масла к газораспределительному механизму; 9. Главная масляная магистраль в блоке цилиндров: 10. Датчик сигнальной лампы достаточного давления масла; 11. Канал подачи масла к коренному подшипнику: 12. Канал подачи масла к шатунному подшипнику; 13. Масляный картер: 14. Масляный фильтр; 15. Перепускной клапан; 16. Картонный фильтрующий элемент; 17. Противодренажный клапан; 18. Масляный насос; 19. Канал подачи масла от насоса к фильтру; 20. Канал подачи масла из фильтра в главную масляную магистраль; 21. Канал подачи масла ко втулке шестерни привода масляного насоса; 22. Передний сальник коленчатого вала; 23. Канал подачи масла к коренному подшипнику и к валику привода масляного 24. насоса: 25. Валик привода масляного насоса и распределителя зажигания; 26. Впускная труба; 27. Дроссельная заслонка второй камеры карбюратора; 28. Дроссельная заслонка первой камеры карбюратора: 29. Воздушный фильтр; 30. Коллектор вытяжной вентиляции; 31. Пламегаситель; 32. Шланг отсоса картерных газов в задроссельное пространство карбюратора; 33. Вытяжной шланг; 34. Указатель уровня масла; 35. Крышка маслоотделителя; 36. Маслоотделитель; 37. Сливная трубка; 38. Схема вентиляции картера двигателя.

**4.2. Расчёт системы охлаждения**

**4.2.1. Рассчитываем количество тепла, отводимого от двигателя охлаждающей жидкостью:**



**4.2.2. Рассчитываем циркуляционный расход жидкости в системе охлаждения:**



где - удельная теплоёмкость охлаждающей жидкости, для атифриза ,



- перепад температуры охлаждающей жидкости на выходе и входе в двигатель



**4.2.3. Рассчитываем производительность насоса:**

,



**4.2.4. Рассчитываем мощность, потребляемую насосом, задаваясь величиной напора:**

,



где - перепад давлений на выходе входе насоса;



- плотность охлаждающей жидкости.



**4.2.5. Мощность, затрачиваемая на привод насоса:**

.



**4.2.5. Схема системы охлаждения двигателя**

1. Датчик температуры охлаждающей жидкости для системы впрыска топлива; 2. Подводящий шланг радиатора; 3. Пробка бачка; 4. Расширительный бачок; 5. Пробка радиатора; 6. Шланг от радиатора к расширительному бачку; 7. Рубашка охлаждения: 8. Заливная горловина; 9. Впускной клапан пробки: 10. Выпускной (паровой) клапан пробки; 11. Левый бачок радиатора: 12. Сердцевина радиатора: 13. Правый бачок радиатора; 14. Крыльчатка вентилятора; 15. Турбулизатор: 16. Резиновая опора радиатора; 17. Кожух вентилятора; 18. Ремень вентилятора; 19. Отводящий шланг радиатора; 20. Насос охлаждающей жидкости; 21. Шланг подачи охлаждающей жидкости в насос: 22. Термостат; 23. Перепускной шланг термостата: 24. Трубка отвода жидкости от радиатора отопителя; 25. Шланг отвода жидкости от блока подогрева карбюратора: 26. Шаланг подвода жидкости к блоку подогрева карбюратора: 27. Шланг отвода жидкости от радиатора отопителя: 28. Шланг подвода жидкости к радиатору отопителя.

**5. КОНСТРУКТИВНАЯ РАЗРАБОТКА ДВИГАТЕЛЯ**

Этап конструктивной разработки двигателя заключается в выполнении чертежей поперечного и продольного комбинированных разрезов двигателя.

Согласно данным, полученным в результате теплового расчета (диаметр цилиндра, ход поршня, длина шатуна), расчета деталей и систем двигателя (размеры деталей), производим предварительная компоновка двигателя на листах миллиметровой бумаги. При компоновке двигателя необходимо обратить особое внимание на провёртываемость коленчатого вала двигателя, размещение клапанов, привод газораспределения, выбор расстояний между осями цилиндров, выбор размеров коренных и шатунных шеек коленчатого вала, форму и размеры камеры сгорания.

Окончательная конструктивная разработка всех элементов двигателя выполняется в карандаше, тонкими линиями без штриховки, на листах чертежной бумаги формата А1 с соблюдением ГОСТов. Поперечный разрез двигателя выполняется по оси первого цилиндра с вырезом 1/4 поршня, находящегося в верхней мёртвой точке. Вспомогательные разрезы делаются по осям клапанов, толкателю, свече, масляному насосу, приводу распределителя зажигания и масляного насоса.

Продольный разрез выполняется в плоскости осей цилиндров и оси коленчатого вала. Поршневая и шатунная группы вычерчиваются с разрезами и без разрезов. Вспомогательные разрезы делаются по осям клапанов, по оси кулачкового вала, по осям толкателей, а также по оси водяного насоса и вентилятора.

Далее разрабатываются передний и задний концы коленчатого вала, их уплотнения, конструкция базисного подшипника и крепление маховика. При конструктивной разработке учитываем следующие обстоятельства:

* технологическую возможность выполнения детали;
* доступность к деталям, контролируемым и регулируемым при эксплуатации;
* возможность и последовательность сборки и разборки, цен­тровки и фиксации деталей;
* обеспечение смазки трущихся поверхностей.

**Список использованной литературы**

1. Автомобильные двигатели / Под ред. М.С. Ховаха. М.: Машиностроение, 1977.

2. Двигатели внутреннего сгорания. Кн. 1. Теория рабочих процессов / Под ред. В.Н. Луканина. М.: Высшая школа, 1995.

3. Двигатели внутреннего сгорания. Кн. 2. Динамика и конструирование / Под ред. В.Н.Луканина. М.: Высшая школа, 1985.

4. Двигатели внутреннего сгорания. Кн. 3. Компьютерный практикум / Под ред. В.Н. Луканина. М.: Высшая школа, 1995.

5. Двигатели внутреннего сгорания / Под ред. В.Н.Луканина. М.: Высшая школа, 1995.

6. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. М.:Машиностроение, 1980.

7. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. М.:Машиностроение, 1983.

8. Двигатели внутреннего сгорания. Конструирование и расчет на проч- ность поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орли- на, М.Г. Круглова. М.:Машиностроение, 1984.

9. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинирован- ных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. М.:Машиностроение, 1985.

10. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двига- телей. М.: Высшая школа, 2002.

11. Бейлин В.И, Орловская Е.В. Автомобильные двигатели. Контрольные задания и методические указания для студентов специальности 150200 – Автомобили и автомобильное хозяйство. М.:изд-во МГОУ, 2001.

12. Лиханов В.А., Плотников С.А. Автомобильные двигатели/Учебно -методическое пособие. – Киров: Вятская ГСХА, 2004.

13. Жолобов Л.А., Дыдыкин С.А. Тракторы и автомобили. Учебно -методическое пособие по выполнению курсовой работы. Н.Новгород, изд – во НГСХА,2002.