

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АБУ
РАЙХАНА БЕРУНИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы по курсу
«Конструирование и расчет ДВС»
для студентов специальности магистратуры
5А521001 – «Тепловые двигатели»

Ташкент 2007

УДК 621.43.01 (075.8)

Методические указания к выполнению курсовой работы по курсу «Конструирование и расчет ДВС». Сост. Б.Р. Тулаев, Ж.О. Хакимов: ТашГТУ; 2007. 34 с.

Методические указания разработаны в соответствии с программой учебной дисциплины «Конструирование и расчет ДВС» специальности магистратуры 5А521001 – «Тепловые двигатели». В указаниях приводятся общие указания, задание на курсовую работу, порядок выполнения курсовой работы, тепловой расчет автомобильного и тракторного дизеля, определение эффективных показателей дизеля, построение индикаторной диаграммы рабочего процесса, компоновка двигателя, динамический расчет и расчет систем двигателя.

Работа предназначена студентам, обучающимся в магистратуре по специальности 5А521001 – «Тепловые двигатели».

Кафедра «Касб таълими (ЕУТ) ва Энергомашинасозлик»

Методические указания одобрены методическим советом механико-машиностроительного факультета. Протокол №__ от __ сентября 2007 года.

проф. Махкамов К.Х.

Рецензенты: доц., к.т.н. М.З. Вагизов (ТашГТУ)

доц., к.т.н. Б.Т. Файзиев (ТИИЖДТ)

I. ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Со времени приобретения независимости в нашей Республике бурно развивается автомобильная и тракторная промышленность.

Значительное увеличение выпуска автомобилей и тракторов сопровождается улучшением их качества.

В настоящее время среди тепловых двигателей наиболее экономичными являются поршневые автомобильные и тракторные двигатели. Однако, несмотря на это, существует тенденция и дальнейшему повышению степени сжатия, числа оборотов, литровой мощности и долговечности двигателей.

Выполнение этих задач требует глубоких знаний теории, конструирования и расчета двигателей, основанных на изучении и анализа современных автомобильных и тракторных двигателей и тенденций их развития.

Задачей курсового проектирования является:

1) углубление и обобщение знаний, полученных студентами при прохождении основных курсов по двигателям;

2) развитие творческих инженерно-конструкторских способностей;

3) накопление опыта в выполнении инженерных расчетов и составлении пояснительных записок;

4) расширение навыка, в пользовании технической литературой, атласами, справочниками, таблицами и другими пособиями.

II. ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Тематика курсового проектирования широка и многообразна. Она должна отвечать не только учебным целям, но и увязываться о требованиям автомобильных и тракторных заводов.

Предусматривается проектирование двигателей для

легковых автомобилей различного литража, грузовых автомобилей разной грузоподъемности и тракторов различного класса. Для легковых автомобилей, как правило, проектируются четырехтактные, бензиновые двигатели с различным числом цилиндров, их расположением, с жидкостной или воздушной системами охлаждения. Реже выполняются двухтактные двигатели, роторно-поршневые и дизели. Двигатели грузовых автомобилей, в большинстве случаев, дизельные с рядным и V-образным расположением цилиндров, водяным или воздушным охлаждением. Для тракторов проектируются четырехтактные дизели с различными системами охлаждения и способами смесеобразования.

Тематика проектирования основывается на фактическом материале автомобильных и тракторных заводов, научно-исследовательских институтов, научных работах кафедры "Касб таълими (ЕУТ) ва Энергомашинасозлик" с использованием литературы, освещающей новейшие достижения науки и техники.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание (приложение I), в котором указывается назначение двигателя, его максимальная эффективная мощность и число оборотов, соответствующее этой мощности.

Проект должен иметь элемент новизны. Поэтому в дополнительных указаниях перечисляются особые требования к конструкции и ее особенности,

III. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа включает в себя следующие разделы:

- тепловой расчет,
- динамический расчет,
- расчет на прочность основных деталей и систем двигателя,
- графически выполненная конструкция двигателя.

Независимо от типа задания курсовая работа состоит из графической части и пояснительной записки.

Графическая часть курсовой работы состоит из трех листов формата А1.

Лист 1. Диаграммы и графики динамического расчета. На этом листе выполняется индикаторная диаграмма, графин газовых, инерционных и суммарных сил, действующих на поршень, в зависимости от угла поворота коленчатого вала, график изменения тангенциальной силы и полярная диаграмма давлений на шатунную шейку коленчатого вала.

Лист 2. Узловой чертеж.

Лист 3. Рабочий чертеж деталей (детали).

Пояснительная записка объемом 20-30 страниц рукописного текста содержит расчеты, необходимые для выполнения работы, сопровождаемые графиками, схемами и эскизами деталей.

В курсовой работе студент должен, главным образом, осуществить реконструкцию существующей модели двигателя с целью получения более высоких технико-экономических показателей, а в отдельных случаях разработать новую конструкцию узла двигателя.

IV. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Тепловой расчет

Получив задание на выполнение курсовой работы, студент, прежде всего должен выбрать прототип двигателя, детально изучить его конструкцию и имеющиеся материалы по его исследованию и эксплуатации. Дать критический анализ прототипа и наметать конкретные изменения и рабочем процессе и конструкции с целью улучшения проектируемого двигателя по сравнению с прототипом.

Выбрать и обосновать основные параметры двигателя: число цилиндров, их расположение, степень

сжатия, расположение клапанов, их привод и форму камеры сгорания, тип системы охлаждения. После этого можно приступить к проведению теплового расчета рабочего цикла двигателя.

Тепловой расчет является первым и наиболее важным этапом проектирования, на основании которого базируются все другие расчеты.

Цель его заключается в определении параметров всех процессов, основных размеров двигателя (диаметра цилиндра и хода поршня), а также его экономических показателей.

Расчет проводится для одного режима – числа оборотов, соответствующего максимальной мощности или мощности на регуляторе. При этом необходимо выбрать сорт топлива, его химический состав, коэффициент избытка воздуха.

При выполнении курсовой работы тепловой расчет двигателя производится без учета дозарядки. В этом случае необходимо задаться коэффициентом полноты заряда ν , величина которого для различных двигателей и чисел оборотов находится в пределах $1,05 \div 1,20$.

Тогда весовое наполнение цилиндров за цикл определится следующей зависимостью:

$$G_{\text{цикл}} = G_{180} \cdot \nu;$$

Далее расчет ведется в полном соответствии с названными методическими указаниями.

При выполнении теплового расчета особое внимание необходимо обратить не его точность, так как ошибка в подсчете одного параметра повлечет за собой искажение всего расчета. Поэтому необходимо величины основных параметров сопоставлять с аналогичными параметрами существующих двигателей подобного типа, а также с литературными данными.

После определения основных размеров двигателя (диаметра цилиндра и хода поршня) производится построение индикаторной диаграммы цикла.

2. Индикаторная диаграмма бензинового двигателя

Построение бензинового диаграммы в координатах $P-V$ необходимо начинать с выбора масштабов. Масштабные коэффициенты рекомендуются выбирать такими, чтобы высота диаграммы получилась равной 1,5-1,7 ее основания (рис.1).

Дальнейшее построение ведется в следующем порядке:

1) на оси абсцисс откладывается отрезок AB , соответствующий рабочему объему цилиндра по величине, равный ходу поршня. При небольших размерностях цилиндра ход поршня необходимо брать в несколько большем масштабе;

Отрезок OA , соответствующий объему камеры сжатия, определяется из соотношения:

$$OA = \frac{AB}{\varepsilon - 1} \text{ мм.}$$

Масштаб давлений рекомендуется выбирать: $m_p=0,2; 0,25$ или $0,4 \text{ кг/см}^2$ в одном мм.

2) по данным теплового расчета на диаграмме откладываются в выданном масштабе величины давлений в характерных точках;

3) политропы сжатия и расширения строятся с использованием соответствующих зависимостей.

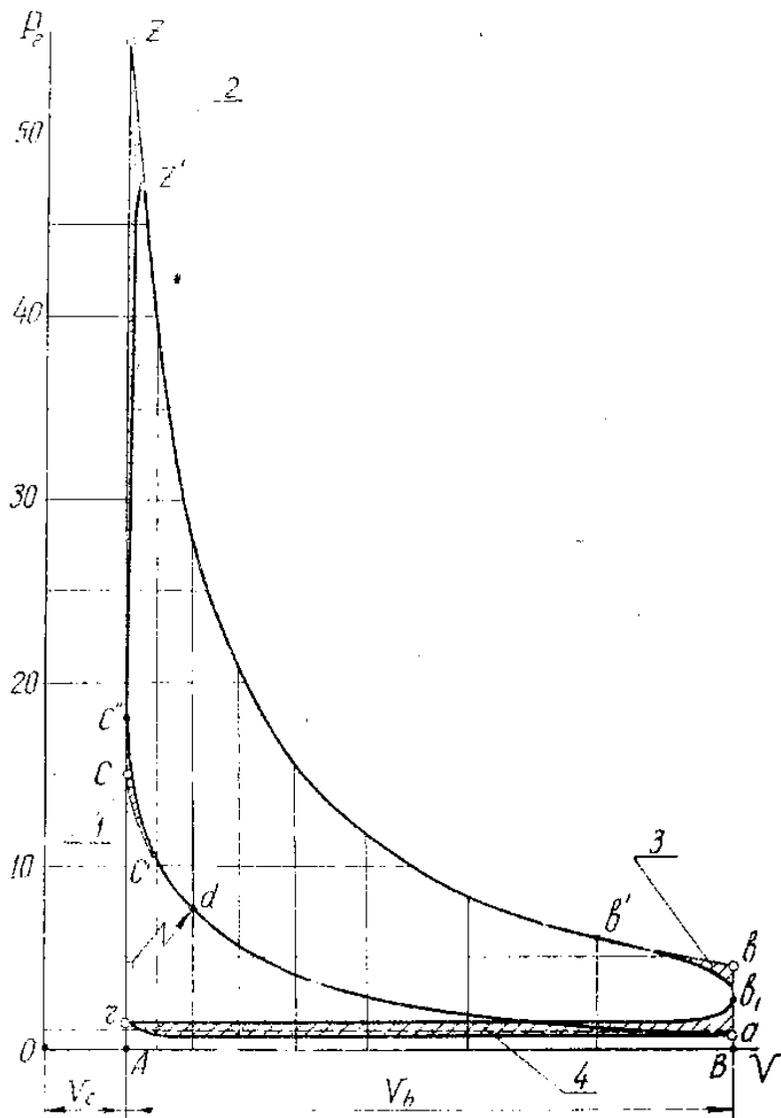


Рис. 1.

Для политропы сжатия $P_x = P_a \left(\frac{V_a}{V_x} \right)^{n_1}$ кг/см²;

Для политропы расширения $P_x = P_b \left(\frac{V_a}{V_x} \right)^{n_2}$ кг/см²;

Задаваясь величинами промежуточных объемов, расположенных между V_c и V_a определяются величины давлений сжатия и расширения, соответствующие этим объемам;

4) наносятся линии давлений впуска za и выпуска b , z , которые условно принимаются неизменными почти на всем протяжении процессов.

Полученная диаграмма является теоретической индикаторной диаграммой разомкнутого цикла;

5) скругление диаграммы.

Теоретическая индикаторная диаграмма отличается от действительной, так как в реальном цикле имеет место потеря части площади (рис.1).

Так, при увеличении угла опережения зажигания линия сжатия более плавно переходит в линию сгорания, причем теряется часть полезной площади диаграммы (площадь 1). Вследствие конечного значения скоростей горения действительная линия сгорания отклоняется от теоретической, а процесс сгорания, начинаясь за 25-35° до прихода поршня в в.м.т., заканчивается через 10-15° после ее прихода. При этом максимальное давление цикла снижается примерно на 15% и полезная площадь диаграммы также несколько уменьшается (площадь 2).

Выпускной клапан открываем отверстие за 40-70° до прихода поршня в н.м.т. вследствие чего линия расширения плавно переходит в линию выпуска с обязательной потерей части полезной площади диаграммы (площадь 3). Площадь действительной диаграммы составляет около 95-97% площади теоретической индикаторной диаграммы.

Кроме этого часть индикаторной работы затрачивается на осуществление процессов впуска и выпуска. Насосные потери эквивалентны площади индикаторной диаграммы, заключенной между линиями впуска и выпуска (площадь 4).

Скругление диаграммы рекомендуется проводить следующим образом:

а) в конце процесса сжатия необходимо задаться величиной угла опережения зажигания (точка d). В точке с', расположенной примерно на середине участка dc, начинается период видимого сгорания и кривая давления газа пролегает несколько выше, приходя в точку с'', минуя с. Положение точки с'' ориентировочно определяется по выражению $P_{c''} = (1,15 \div 1,25)P_c$;

б) в конце процесса сгорания максимальное давление действительного цикла будет равно:

$$P_{z\max} = 0,85P_z$$

и эта точка должна располагаться на участке $10-15^\circ$ после в.м.т.

Наклон линии сгорания можно определить, помня о том, что жесткость процесса сгорания в бензиновом двигателе:

$$\frac{\Delta P}{\Delta \varphi} = 1,5 \div 2,5 \frac{\text{кг/см}^2}{\text{град}};$$

в) в конце процесса расширения выпускной клапан открывается в точке в'' за $40-70^\circ$ до прихода поршня в н.м.т. Это необходимо для лучшей очистки цилиндров от отработавших газов и уменьшения работы, затрачиваемой на их удаления.

При слишком раннем открытии клапана, потерянная работа расширения, как показано на рис. 2, определяемая площадью $v''v_2v'$ оказывается слишком большой. Открытие выпускного клапана в точке в'' является поздним. Несмотря на то, что потеря площади оказывается меньшей, работа на

выталкивание обработавших газов на участке $v_3\Gamma'$ затрачивается большая. Очистка цилиндров при этом ухудшается.

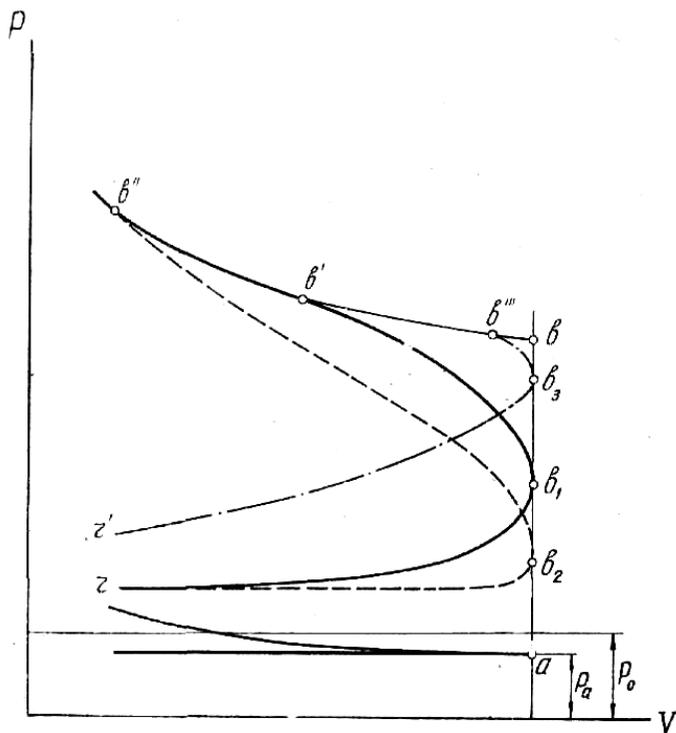


Рис. 2.

Скругление участка выпуска производится таким образом, чтобы точка v_1 располагалась примерно на середине отрезка vd .

Коэффициент полноты диаграммы μ представляет собой отношение площадей действительной и теоретической индикаторных диаграмм. Величина его близка к $0,95 \div 0,97$.

Действительное среднее индикаторное давление можно найти с помощью следующего выражения:

$$P_i = \mu P_i' - \Delta P_i$$

где P_i' – среднее индикаторное давление теоретического цикла (нескругленной диаграммы),

ΔP_i – среднее индикаторное давление, соответствующее насосным потерям.

Для проверки правильности построения диаграммы необходимо сравнить величины средних индикаторных давлений, полученных в тепловом расчете и по индикаторной диаграмме.

3. Индикаторная диаграмма дизеля

Индикаторная диаграмма дизеля, представленная на рис.3, строится аналогично индикаторной диаграмме карбюраторного двигателя. Различие заключается лишь в том, что политропа расширения строится из точки z , а не z' .

Положение точки z определяется степенью предварительного расширения.

Отрезок $z'z = OA (\rho - 1)$ мм.

4. Компоновка двигателя

Наличие основных размеров цилиндра, полученных тепловым расчетом, позволяет приступить к компоновке двигателя и установлению ориентировочных размеров и конфигурации основных деталей двигателя.

На данном этапе проектирования конструктивные размеры двигателя, их материал и термообработка устанавливаются по аналогии однотипных моделей с учетом конструктивных особенностей проектируемого двигателя.

При выполнении компоновочных схем автомобильных и тракторных двигателей рекомендуется придерживаться примерно следующего порядка:

Блок-картер. 1) определение расстояния между осями цилиндров, 2) определение расстояний от осей крайних

цилиндров до соответствующих стенок блок-картера, 3) подсчет длины блок-картера, 4) определение длины зеркала цилиндра, 5) определение высоты блок-картера.

Коленчатый вал. 1) определение формы вала. 2) определение размеров его основных элементов, 3) подсчет длины вала, 4) координирование основных размеров блока и коленчатого вала.

Механизм газораспределения. 1) установление типа механизма газораспределения, размеров и установки распределительного вала, клапанов, толкателей и их привод; 2) построение схемы камеры сгорания с размещенными в ней клапанами; 3) построение схемы механизма газораспределения.

Составление схемы продольной компоновки двигателя. 1) нанесение осей цилиндров и коленчатого вала и линий верхней плоскости блока цилиндров, 2) нанесение контуров цилиндров, водяных рубашек, блока и поршней; 3) нанесение контуров коленчатого вала и маховика; 4) изображение контуров агрегатов двигателя (водяного и масляного насосов, вентилятора и т.д.).

Составление схемы поперечной компоновки двигателя. 1) нанесение осей цилиндров, клапанов, верхней плоскости блока; 2) определение расстояний между осями коленчатого и распределительного валов; 3) нанесение контуров блок-картера и головки цилиндров; 4) нанесение контуров шатуна при его наибольших отклонениях от оси цилиндра с целью проверки возможности задевания стержня шатуна за нижнюю кромку цилиндра и задевания нижней головки шатуна за распределительный вал (если он имеет нижнее расположение) и стенку картера.

Окончательное выполнение чертежей продольного и поперечного разрезов двигателя производится после проведения динамического расчета и проверочного расчета основных деталей двигателя на прочности и износ.

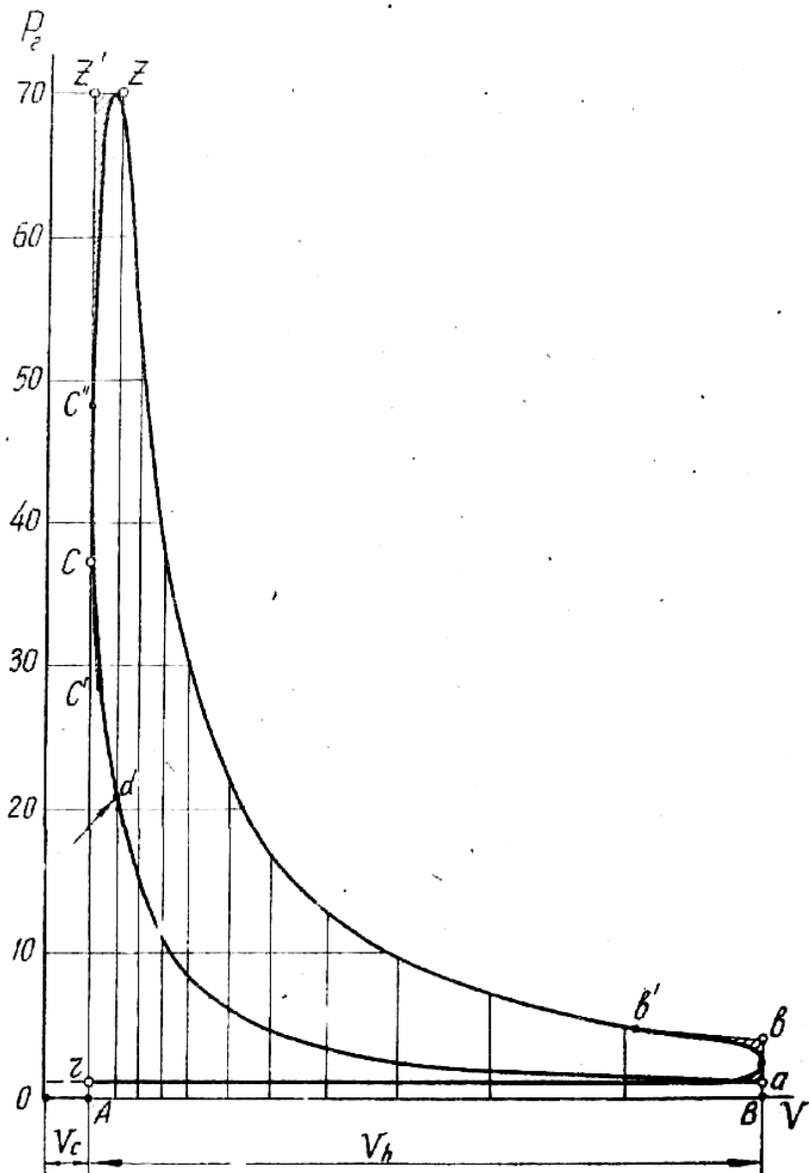


Рис. 3

5. Динамический расчет

Основные данные для ведения динамического расчета – ход поршня, диаметр цилиндра и индикаторная диаграмма – получены тепловым расчетом двигателя.

Необходимо задаться величиной λ , характеризующей геометрические размеры двигателя.

Далее динамический расчет рекомендуется проводить в следующей и последовательности.

1. Развернуть индикаторную диаграмму по углу поворота коленчатого вала. Ось абсцисс является продолжением атмосферной линии. Таким образом, диаграмма газовых сил строится в избыточных атмосферах:

$$P_r = P - P_0 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

Развертывание индикаторной диаграммы производится графически с учетом поправки Брикса.

$$\Delta S = \frac{r \cdot \lambda}{2} \mu \quad (\text{поправка на конечную длину шатуна})$$

через каждые 30° угла поворота коленчатого вала. Значения давлений заносятся в графу 2 таблицы 1. μ – масштаб хода поршня.

Масштаб угла поворота рекомендуется принимать $m_\varphi = 1,5^\circ$ в мм.

2. Определить силы инерции возвратно-поступательно движущихся деталей, используя зависимость:

$$P_j = -\frac{m \cdot r \cdot \omega^2}{F_{\text{п}}} (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi) \quad \text{кг/см}^2.$$

Значения тригонометрической функции $(\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$ для соответствующих величин λ берутся из таблицы 6 учебника проф. К.Г. Попыка «Динамика автомобильных и тракторных двигателей» [6,7] и вносятся в графу 3 сводной таблицы 1.

Таблица I

Результаты динамического расчета

φ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	P_r^2 кг/см ²	$\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi$	P_j кг/см ²	P_z кг/см ²	$\frac{\sin(\varphi+\beta)}{\cos \beta}$	T кг/см ²	$\frac{\cos(\varphi+\beta)}{\cos \beta}$	Z кг/см ²	$M_{кр}$ НМ	
0										
30										
60										
.										
.										
.										
.										
360										
370										
390										
.										
.										
.										
690										
720										

Типы двигателей	Конструктивный вес поршня $q_{п}$ г/см ²	Конструктивный вес шатуна $q_{ш}$ г/см ²
Бензиновые	10-15	12÷20
Дизели	16-30	23÷35

Для подсчета силы инерции необходимо знать массу возвратно-поступательно движущихся деталей. При проектировании двигателя для определения этой массы используют веса комплектного поршня и шатуне прототипа или задаются величинами конструктивных весов этих деталей. Конструктивные веса комплектного поршня $q_{п}$ и шатуна $q_{ш}$ приведены в таблице 2.

Значения сил инерции заносятся в графу 4 таблица 1.

3. Подсчитать суммарную силу, действующую на поршень, алгебраическим сложением газовой силы (графа 2) и силы инерции (графа 4).

4. Подсчитать величину тангенциальной силы по формуле

$$T = P_{\Sigma} \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta} \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

Значения тригонометрической функции $\frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta}$

берется из таблицы 2 [6,7] и вносятся в графу 6.

5. Подсчитать величину силы z действующей по кривошипу, используя независимость:

$$z = P_z \frac{\cos(\varphi + \beta)}{\cos \beta} \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

Значения тригонометрической функции $\frac{\cos(\varphi + \beta)}{\cos \beta}$

берется из таблицы 7 [6,7] и заносятся в графу 8. значения силы помещаются в графу 9 сводной таблицы 1.

6. Подсчитать значения крутящего момента для одного цилиндра и внести их в графу 10.

$$M_{кр} = T \cdot r \cdot F_{п} \quad \text{кг·м}$$

Кривая изменения силы T представляет собой график крутящего момента, но в ином масштабе. В данном случае масштаб крутящего момента

$$m_m = m_p \cdot r \cdot F_{\Pi} \quad \text{кг·м в мм.}$$

7. Подсчитать суммарный крутящий момент двигателя. Величина и характер изменения крутящих моментов от всех цилиндров двигателя одинаковы и отличаются лишь угловыми интервалами, равными угловым интервалам между вспышками в отдельных цилиндрах. Поэтому для подсчета суммарного крутящего момента двигателя достаточно иметь значения крутящего момента по углу поворота коленчатого вала одного цилиндра.

Для двигателей с равными угловыми интервалами между вспышками суммарный крутящий момент будет периодически изменяться:

а) для четырехтактных двигателей через $\varphi = \frac{720}{i}$

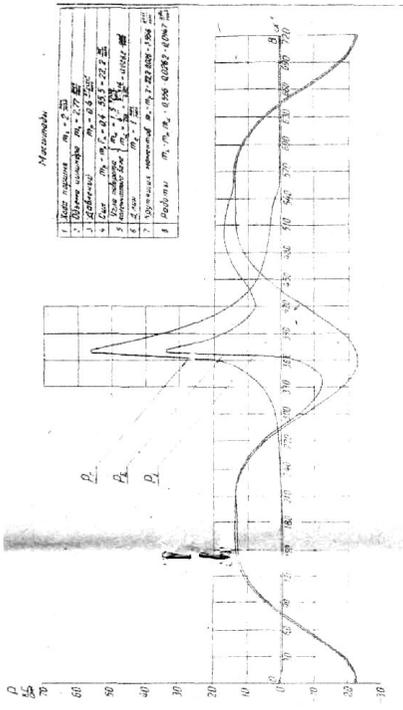
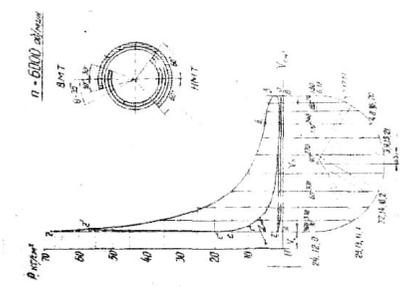
град,

б) для двухтактных – через $\varphi = \frac{360}{i}$ град, где i –

число цилиндров двигателя.

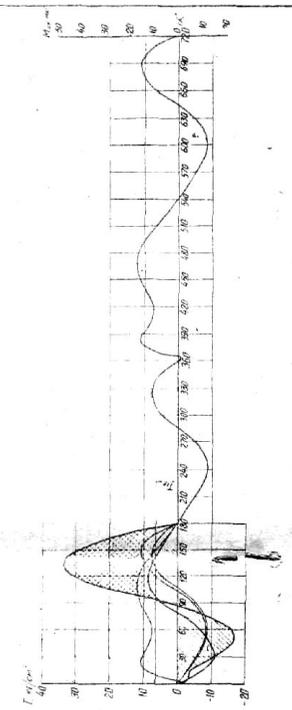
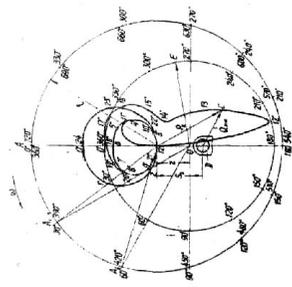
Подсчет суммарного крутящего момента двигателя сводится к суммированию крутящих моментов всех интервалов.

Этот подсчет можно производить графический или аналитическими методами. При графическом методе кривая крутящего момента разбивается на число интервалов, равное числу цилиндров, все участки кривой сводятся на одном и суммируются. Результирующая кривая является кривой суммарного крутящего момента двигателя, в зависимости от угла поворота коленчатого вала (рис. 4).



Масштабы

1. Радиусы	$m_1 = 20$
2. Диаметры	$m_2 = 20$
3. Толщина	$m_3 = 20$
4. Шаг	$m_4 = 20$
5. Радиусы	$m_5 = 20$
6. Диаметры	$m_6 = 20$
7. Толщина	$m_7 = 20$
8. Шаг	$m_8 = 20$



Имя	
Фамилия	
Дата	
Место	
Масштаб	
Материал	
Адрес	
Примечание	
Сторона	
Лист	
Кол-во	
Сторона	
Лист	

При аналитическом подсчете крутящего момента двигателя значения крутящих моментов одного цилиндра записываются в графы «б» соответствующей таблицы (для четырехцилиндрового двигателя – таблица 3, для шестицилиндрового – таблица 4, для восьмицилиндрового – таблица 5, для каждого угла поворота коленчатого вала графа «а»).

Суммируя значения крутящих моментов всех цилиндров (по графам «б»), получаем значения суммарного крутящего момента двигателя по углу поворота кривошипа.

По результатам подсчета строится кривая суммарного момента двигателя в том же масштабе, что и кривая крутящего момента одного цилиндра.

8. Подсчитать значение среднего крутящего момента двигателя:

$$M_{\text{кр.ср.}} = \frac{F_1 - F_2}{OA} \text{ кг}\cdot\text{м},$$

где F_1 и F_2 – соответственно положительная и отрицательная площади в мм^2 , заключенные под кривой и эквивалентные работе, совершаемой суммарным крутящим моментом;

OA – период изменения крутящего момента, мм;

m_m – масштаб крутящего момента, $\text{кгм}/\text{мм}$.

9. Определить действительный средний крутящий момент двигателя:

$$M_{\text{кр.}} = M_{\text{кр.ср.}} \cdot \eta_{\text{мех}} \text{ кг}\cdot\text{м}.$$

Сравнить полученную величину $M_{\text{кр}}$ со значением крутящего момента, определенного по результатам теплового расчета двигателя:

$$M_{\text{кр.}} = 716,2 \frac{N_e}{n} \text{ кг}\cdot\text{м}$$

Динамический расчет считается выполненным правильно, если расхождение между значением $M_{\text{кр}}$ не превышает $\pm 5\%$.

Таблица 3

Таблица подсчета суммарной тангенциальной силы для
четырёхцилиндрового двигателя

Период изменения суммарной тангенциальной силы $\frac{720^\circ}{z} = 180^\circ$

цилиндры	0°		30°		60°		90°		120°		150°		180°	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
1	0	180	60	90	120	150	180	150	120	90	60	180	180	180
2	180	210	240	270	300	330	360	330	300	270	240	210	180	150
3	360	390	420	450	480	510	540	510	480	450	420	390	360	330
4	540	570	600	630	660	690	720	690	660	630	600	570	540	510

T_{сум.}

Среднее значение тангенциальной силы за период 180° угла поворота коленчатого вала T_{ср.}

Таблица 4

Таблица подсчета суммарной тангенциальной силы для
шестцилиндрового двигателя

Период изменения суммарной тангенциальной силы $\frac{720}{2} = 120^\circ$

цилиндры	0°		30°		60°		90°		120°	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
1	0		30		60		90		120	
2	120		150		180		210		240	
3	240		270		300		330		360	
4	360		390		420		450		480	
5	480		510		540		570		600	

Т_{сум.}

Среднее значение тангенциальной силы за период 120° угла поворота коленчатого вала Г. ср.

Таблица 5

Таблица подсчета суммарной тангенциальной силы для
восьмицилиндрового двигателя

Период изменения тангенциальной силы $\frac{720}{i} = 90^\circ$

цилиндр	0°		30°		60°		90°	
	а	б	а	б	а	б	а	б
1	0		30		60		90	
2	90		120		150		180	
3	180		210		240		270	
4	270		300		330		360	
5	360		390		420		450	
6	450		480		510		540	
7	540		570		600		630	
8	630		660		690		720	

$T_{\text{сум}}$.

Среднее значение тангенциальной силы за период 90° угла поворота коленчатого вала $T_{\text{ср}}$.

При расчете поршневого пальца определяются:

- 1) напряжение изгиба;
- 2) удельное давление пальца в бобышках поршня;
- 3) удельное давление в верхней головке шатуна;
- 4) напряжение овализации.

При расчете компрессионного кольца определяются:

- 1) радиальное давление кольца на стенку цилиндра;
- 2) напряжения в кольце в рабочем состоянии, при его обработке и надевании на поршень.

При расчете шатуна определяются:

- 1) напряжение разрыва верхней головки;
- 2) деформация верхней головки;
- 3) суммарные напряжения в стержне шатуна от сжатия и продольного изгиба;
- 4) коэффициент надежности стержня;
- 5) напряжение изгиба нижней головки шатуна;
- 6) напряжение разрыва шатунных болтов.

При расчете коленчатого вала определяются:

- 1) максимальное и минимальное напряжения кручения и запас прочности коренной шейки;
- 2) максимальные и минимальные напряжения изгиба и кручения и запасы прочности шатунной шейки;
- 3) максимальные и минимальные нормальные напряжения и напряжения кручения, а также общий запас прочности шей.

При расчете деталей механизма газораспределения определяются:

- 1) расчетная скорость в проходном сечении клапана;
- 2) характеристика пружины и ее размеры;
- 3) сложное напряжение распределительного вала от изгиба и кручения и стрела прогиба.

7. Расчет систем двигателя

При расчете систем смазки определяют:

- 1) циркуляционный расход масла;

2) производительность масляного насоса и размер его шестерен;

3) мощность, затрачиваемая на привод масляного насоса.

При расчете системы охлаждения определяются:

1) часовое количество тепла, которое необходимо отвести от двигателя;

2) количество жидкости или воздуха, циркулирующее в системе;

3) поверхность охлаждения радиатора;

4) производительность водяного или воздушного насосов;

5) мощность, затрачиваемая на привод насоса и вентилятора.

V. ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА

1. Графическая часть

Графическая часть проекта выполняется карандашом на трех листах чертежной бумаги, стандартного формата А1.

Название каждого листа дается в основной надписи, располагаемой в правом нижнем углу (приложение 2).

Стремление уменьшать размеры и вес современных двигателей приводит к созданию компактных конструкций, насыщенных большим количеством небольших деталей.

Это приводит к необходимости выполнять чертежа двигателя в натуральную величину.

Чертежи двигателя должны быть выполнены таким образом, чтобы почти все детали и узлы его попали в разрез и при чтении чертежей было бы совершенно ясно устройство и конструкция всех деталей, механизмов к систем. Рекомендуется выполнять ступенчатые разрезы, а при необходимости – выноски для уточнения конструктивных особенностей.

При выполнении чертежей следует

руководствоваться единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

Форматы	2.301-98
Масштабы	2.302-98
Линии	2.303-98
Шрифты чертежные	2.304-98
Изображения – виды, разрезы, сечения	2.305-98
Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах	2.306-98
Нанесение разрезов и предельных отклонений	2.307-98
Указание на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей	2.308-98
Нанесение на чертежах обозначений шероховатости поверхностей	2.509-98
Правила выполнения чертежей пружин	2.401-98
Условные изображения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач	2.402-98
Правила выполнения рабочих чертежей цилиндрических зубчатых колес	2.403-98
Правила выполнения рабочих чертежей звездочек, приводных роликовых и втулочных цепей	2.408-98
Качество выполнения чертежей имеет большое значение при оценке проекта.	

2. Пояснительная записка

Пояснительная записка к проекту выполняется чернилами, на листах стандартной писчей бумаги с оставлением полей для брошюровки. Текстом заполняется только одна часть листа.

В начале пояснительной записки дается титульный лист (приложение 3), выполненный тушью или чернилами. После титульного листа размещается задание на курсовой проект (приложение 1).

Далее кратко излагается содержание курсовой

работы в следующей последовательности:

- 1) введение;
- 2) обоснование выбранных параметров;
- 3) тепловой расчет двигателя;
- 4) динамический расчет двигателя;
- 5) расчет деталей двигателя на прочность;
- 6) расчет систем двигателя;
- 7) краткое описание конструкции, изменений и усовершенствований, внесенных в проектируемый двигатель;
- 8) сравнительная таблица основных показателей проектируемого двигателя и прототипа;
- 9) перечень использованной литературы;
- 10) оглавление.

Записка сопровождается расчетными схемами, эскизами деталей, графиками, подписывается автором с указанием даты выполнения проекта.

VI. РУКОВОДСТВО ПРОЕКТИРОВАНИЕМ

Руководство курсовой работой поручается преподавателям, обладающим методическим опытом. Консультант утверждает общее направление проекта без детальных разработок, которые могли бы исключить инициативу студента.

Рекомендуется устанавливать график выполнения проекта с указанием времени для основных этапов проектирования. Целесообразно, при этом, после выполнения этапа или части проекта согласовать решения с консультантом: тепловой расчет, динамический расчет, эскизную компоновку двигателя и т.д.

Студент выполняет проект самостоятельно. Индивидуальные консультации должны проводиться так, чтобы помогать развитию у студентов максимальной самостоятельности в работе, ее планомерности, продуманности и обоснованности.

Ответствовать за качество разработку конструкции

двигателя, расчеты и графики остается за студентом.

Руководитель во время консультации не должен давать студенту готовых решений, а постановкой наводящих вопросов и указанием дополнительной литературы обязан помочь ему найти правильный путь к решению того или иного вопроса.

Чтобы научить студента объяснять свою работу необходимо требовать от него доказательств и обоснований наиболее важных решений.

VII. ЗАЩИТА КУРСОВЫХ РАБОТ

После проверки и подписания консультантом курсовой работы (чертежей и пояснительной записки) студент допускается к его защите.

Защита проектов производится в комиссии, состоящей из преподавателей, выделенных кафедрой, при непосредственном участии руководителей курсовой работы.

Защита проекта состоит в коротком докладе студента о выполненной работе и в ответах на вопросы преподавателей – членов комиссии.

Особого внимания заслуживают проекты, имеющие теоретический и(или) практический интерес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ленин И.М. Теория автомобильных и тракторных двигателей. М., «Машиностроение», 1997.
2. Ленин И.М. Теория автомобильных двигателей. М., Машгиз, 1987.
3. Ленин И.М. Методические указания к тепловому расчету автомобильного карбюраторного двигателя, М., МАМИ, 1987.
4. Ленин И.М. Определение основных параметров рабочих циклов и внешней скоростной характеристики тракторного дизеля., М., МАМИ, 1996.
5. Орлин А.С., Двигатели внутреннего сгорания, т.І, М., «Машиностроение», 1985.
6. Орлин А.С., Выбуров Д.Н. и др. Двигатели внутреннего сгорания, т.ІІ, М., «Машиностроение», 1985.
7. Попык К.Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей. М., «Машиностроение», 1985.
8. Попык К.Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей. М., «Высшая школа», 1990.
9. Попык К.Г. Конструирование и расчет автомобильных и тракторных двигателей. М., «Высшая школа», 1998.
10. Вихерт М.М., Доброгаев А.И. и др. Конструирование и расчет автотракторных двигателей. М., «Машгиз», 1984.
11. Райков И.Я. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания. М., «Высшая школа», 1990.
12. Ленин И.М., Малашкин О.М., Сомоль Г.И. Системы топливоподачи автомобильных и тракторных двигателей. М., «Машгиз». 1993.

Тасдиқлайман:
 Кафедра мудури _____
 «__» _____ 200__ й. _____
 _____ курси

К У Р С Л О Й И Ҳ А С И

Гуруҳ _____ Талаба _____ Раҳбар _____

«__» сонли ТОПШИРИҚ

I. Ишланадиган лойиҳа _____

II. Бошланғич маълумотлар _____

III. Асосий қўлланмалар _____

IV. График қисмининг мазмуни _____

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

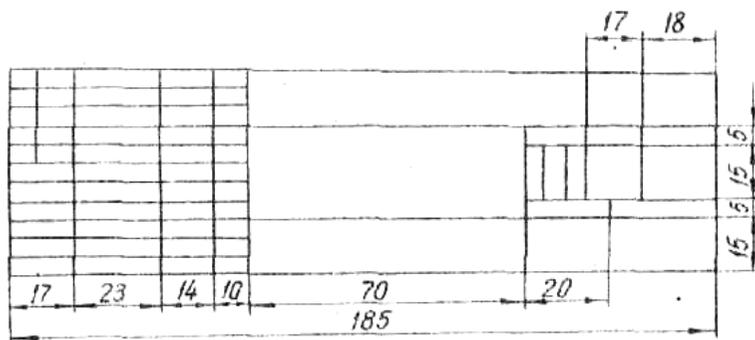
V. Тушунтириш хатининг қисқача мазмуни _____

VI. Қўшимча топшириқ ва кўрсатмалар _____

VII. Лойиҳа ва чизмаларни топшириш муддати:

	1	2	3	4	Ўзув қисми	Ҳимоя
Режа						
Асли						

Приложение 2



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РУз

Ташкентский государственный технический университет

Кафедра «Қасб таълими (ЕУТ) ва Энергомашинасозлик»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Тема

Студент	(фамилия, инициалы)
Группа	_____
Консультант	(фамилия, инициалы, ученая степень, звание)
Заведующий кафедрой	(фамилия, инициалы, ученая степень, звание)

Ташкент 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	3
II. ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	3
III. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	4
IV. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ	5
1. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ	5
2. ИНДИКАТОРНАЯ ДИАГРАММА БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	7
3. ИНДИКАТОРНАЯ ДИАГРАММА ДИЗЕЛЯ.....	12
4. КОМПОНОВКА ДВИГАТЕЛЯ	12
5. ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ.....	15
7. РАСЧЕТ СИСТЕМ ДВИГАТЕЛЯ	24
V. ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА	25
1. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	25
2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	26
VI. РУКОВОДСТВО ПРОЕКТИРОВАНИЕМ	27
VII. ЗАЩИТА КУРСОВЫХ РАБОТ	28
ЛИТЕРАТУРА.....	29