

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Автомобили и тракторы»



Силовые агрегаты

*Методические указания к контрольной работе
для студентов по направлению подготовки 23.03.03
Эксплуатация транспортно-технологических машин и ком-
плексов*

Новосибирск 2016

Кафедра «Автомобили и тракторы»

Автомобильные двигатели: Методические указания к контрольной работе для студентов по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов/ Новосибирский государственный аграрный университет Инженерный институт; составители: Вертей М.Л., Булаев Е.А.Федюнин П.И. – Новосибирск, 2016. - 24 с.

Рецензент: канд. техн. наук. доцент. С.Г. Щукин

Методические указания содержат варианты заданий, а также порядок расчетов и графических построений и дополняет выполнение контрольной работы с помощью электронных шаблонов.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией Инженерного института
(протокол № __ от _____ 201_ г.)

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2016

© Инженерный институт, 2016

Объем и содержание контрольной работы

Выполнение контрольной работы по дисциплине «Силовые агрегаты» является завершающим этапом изучения дисциплины и преследует цель систематизации и глубокого закрепления, полученных студентами знаний по силовым агрегатам и другим смежным специальным и общетехническим дисциплинам.

Объем и содержание контрольной работы:

1. Пояснительная записка:

- оглавление;
- задание на контрольную работу;
- технико-экономическое обоснование проектируемого двигателя и выбор основных параметров, необходимых для расчета двигателя;
- тепловой расчет двигателя;
- сравнительная таблица основных показателей проектируемого двигателя и прототипа с кратким описанием усовершенствований и изменений, которые внесены в проектируемый двигатель по сравнению с прототипом;
- перечень использованной литературы.

2. Графический материал:

- Индикаторная диаграмма (лист1 формата А4)
- Развернутая индикаторная диаграмма и кривые удельной суммарной силы и удельной силы инерции (лист1 формата А4)

Примеры графического материала смотрите в приложении 2 методического указания.

Задание для контрольной работы

Таблица 1

Первая цифра	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Тип двигателя*	Б - 4	Д - 4	Б - 4	Б - 4	Д - 4	Б - 4	Б - 4	Д - 4	Б - 4	Б - 4	Б - 4

Назначение двигателя*	Л.А	Л.А	Л.А	Л.А	Л.А	Л.А	Л.А	Л.А	Л.А	Л.А	Л.А	Л.А
Число и расположение цилиндров двигателя*	4 - V	6 - V	4 - P	8 - V	8 - V	4 - P	8 - V	8 - V	4 - P	4 - P	4 - P	4 - P
Перечень деталей и систем, подлежащих расчету*	2,4,5,6	1,2,4,6	3,4,5,7	3,4,5,6	1,2,4,7	3,4,5,6	2,3,4,7	1,3,6,7	2,4,5,8	1,3,5,7	2,4,5,8	
Рекомендуемый прототип	МеМЗ - 245	ЯМЗ - 236	УЗАМ - 331	ЗИЛ - 130	ЗИЛ - 645	ЗМЗ - 402	ЗМЗ - 53	КамАЗ - 740	ВАЗ-2108	ВАЗ- 2106	ЗМЗ – 4062.10	

Продолжение таблицы 1

Первая цифра	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Тип двигателя*	Б - 2	Б - 4	Б - 4	Б - 4	Д - 4	Д - 4	Б - 2	Б - 4	Б - 4	Б - 4	Б - 4	Б - 4
Назначение двигателя*	Л.А											
Число и расположение цилиндров двигателя*	2 - P	4 - P	4 - P	4 - P	4 - P	4 - P	2 - P	4 - P	4 - P	4 - P	4 - P	4 - P

Рекомендуемый прототип	ВА3 – 1111	1,3,5,7
	ВА3 – 2110	2,3,5,8
	ВА3 – 2111	2,3,5,7
	ВА3 – 2112	1,3,5,8
	ВА3 – 341	3,4,6,8
	ВА3 - 343	2,4,6,7
	ВА3 --11113	1,2,5,7
	ВА3 - 2130	1,2,5,8
	ЗМ3 – 402.10	2,4,5,8
	ЗМ3 – 4021.10	1,3,5,7
ВА3 - 2123	2,3,5,8	
ВА3 - 21203	2,3,5,7	

Примечания: * - Д-4 – 4-тактный дизель; Б-4 – бензиновый 4-тактный двигатель; Г.А – грузовой автомобиль; Л.А – легковой автомобиль; Р – рядное расположение цилиндров; V – V-образное расположение цилиндров.

Таблица 2

Вторая цифра	Первая цифра					
	00	01	02	03	04	05
	Задаваемые параметры					
0	Ne, кВт					
1	n, мин ⁻¹					
2	ε	ε	ε	ε	ε	ε
3	Ne, кВт					
4	n, мин ⁻¹					
5	ε	ε	ε	ε	ε	ε
6	Ne, кВт					
7	n, мин ⁻¹					
8	ε	ε	ε	ε	ε	ε
9	Ne, кВт					
0	n, мин ⁻¹					
1	ε	ε	ε	ε	ε	ε
2	Ne, кВт					
3	n, мин ⁻¹					
4	ε	ε	ε	ε	ε	ε
5	Ne, кВт					
6	n, мин ⁻¹					
7	ε	ε	ε	ε	ε	ε
8	Ne, кВт					
9	n, мин ⁻¹					
0	ε	ε	ε	ε	ε	ε
1	Ne, кВт					
2	n, мин ⁻¹					
3	ε	ε	ε	ε	ε	ε
4	Ne, кВт					
5	n, мин ⁻¹					
6	ε	ε	ε	ε	ε	ε
7	Ne, кВт					
8	n, мин ⁻¹					
9	ε	ε	ε	ε	ε	ε

5	6	7	8	9
38	41	40	41	38
5300	5500	5000	5500	5200
8,7	9,3	9,0	9,3	8,5
131	138	135	138	132
2000	2400	2200	2400	2100
16,5	17,2	16,9	17,2	16,6
55	60	58	60	54
5600	5900	5800	5900	5600
8,7	9,0	8,9	9,0	8,6
116	108	111	108	115
3400	3000	3100	3000	3300
6,9	6,5	6,7	6,5	6,9
135	140	134	140	139
2700	3000	2600	3000	2900
17,9	18,5	17,8	18,5	18,3
74	70	76	70	72
4600	4400	4700	4400	4500
8,4	8,2	8,4	8,2	8,3

Продолжение таблицы 2

4	3	2	1	0	Вторая цифра		Первая цифра									
					Задаваемые параметры						06	07	08	09	10	11
					Ne, кВт	п, мин ⁻¹	ε	Ne, кВт	п, мин ⁻¹	ε	Ne, кВт	п, мин ⁻¹	ε	Ne, кВт	п, мин ⁻¹	ε
89	82	85	88	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
3400	3100	3200	3400	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	
7,2	6,8	7,0	7,1	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	
160	153	162	152	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	
2600	2500	2800	2400	2600	2600	2600	2600	2600	2600	2600	2600	2600	2600	2600	2600	
16,9	16,8	17,3	16,6	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	
50	47	46	49	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
5700	5400	5400	5600	5800	5800	5800	5800	5800	5800	5800	5800	5800	5800	5800	5800	
9,8	9,1	8,9	9,7	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	
54	55,5	56	61	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	
5600	5500	5200	5100	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	
8,5	8,4	8,3	8,2	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	
108	115	111	112	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	
5200	4700	4800	5100	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	
9,2	9,1	9,6	9,4	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	
26	24	22	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
5700	5300	5400	5500	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	
9,8	9,2	9,5	9,5	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	

5	6	7	8	9
86	81	87	84	83
3300	3000	3300	3200	3100
7,0	6,8	7,1	6,9	6,9
165	150	158	156	164
2800	2400	2700	2500	2700
17,5	16,5	17,1	16,7	17,2
47	46	48	48	45
5500	5300	5600	5500	5200
9,3	8,7	9,6	9,5	8,5
53,1	59,4	56,5	58,8	57
5700	5100	5400	5500	5000
8,3	9,1	8,9	8,6	8,7
114	113	112	109	106
5100	4900	5400	5300	5200
9,3	9,4	9,55	9,5	9,15
22	20	18	28	20
5200	5000	5200	5500	5600
9,5	9,6	9,0	9,8	9,0

Продолжение таблицы 2

4	Вторая цифра		Первая цифра												
			12	13	14	15	16	17							
			Задаваемые параметры												
62	53	Ne, кВт	5600	5600	5600	5600	4800	4600	4600	4600	5600	5600	5600	5600	5600
4800	5100	п, мин ⁻¹	5600	5200	5600	5400	4800	4200	4000	4600	5200	5600	5600	5600	5600
9,2	9,5	ε	9,8	9,6	9,8	9,5	10,5	23	23	23	23	23	23	23	23
60	57	Ne, кВт	58,3	56	58,3	56	58,3	56	58,3	56	58,3	56	58,3	56	58,3
5300	5200	п, мин ⁻¹	5600	5200	5600	5400	4800	4200	4000	4600	5200	5600	5600	5600	5600
9,0	9,2	ε	9,8	9,6	9,8	9,5	10,5	23	23	23	23	23	23	23	23
72	66	Ne, кВт	68	70	68	70	68	70	68	70	68	70	68	70	68
5800	5600	п, мин ⁻¹	5600	5200	5600	5400	4800	4200	4000	4600	5200	5600	5600	5600	5600
10	9,7	ε	10,5	9,8	10,5	9,5	10,5	23	23	23	23	23	23	23	23
38	42	Ne, кВт	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39
4400	4600	п, мин ⁻¹	4800	5000	4800	5400	4800	4200	4000	4600	5200	5600	5600	5600	5600
18	18	ε	23	24	23	25	23	23	23	23	23	23	23	23	23
45	44	Ne, кВт	46	40	46	42	46	40	42	46	40	42	46	40	42
4600	4400	п, мин ⁻¹	4600	4200	4600	4000	4800	4200	4000	4600	5200	5600	5600	5600	5600
16	20	ε	23	18	23	26	23	23	23	23	23	23	23	23	23
26	28	Ne, кВт	24,3	22	24,3	22	24,3	22	24,3	22	24,3	22	24,3	22	24,3
5800	5000	п, мин ⁻¹	5600	5400	5600	5400	5600	5400	5600	5400	5600	5400	5600	5400	5600
9,6	9,9	ε	9,9	9,5	9,9	9,5	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9

5	60	5400	9,5	74	4200	8,5	66	4800	7,0	62	5200	9,2	75	4900	9,4
6	58	5600	9,6	72	4100	8,2	64	4600	7,5	64	5100	8,6	72	5000	9,2
7	59	5800	9,8	76	4300	8,3	65	4500	7,7	58	5200	8,8	70	4700	9,5
8	55	5200	9,5	70	4500	8,1	68	4620	7,6	60	4800	9,6	72	4800	9,6
9	58	5100	9,6	80	4400	8,0	63	4500	7,5	62	4900	8,9	74	5000	9,3

Выбор задания для заочной формы обучения:

Задание выбирается из зачетной книжки студента.

- из зачетной книжки берется пятизначный номер, пример: «У3 – 04008» → “04008”

- от взятого пятизначного номера отбрасываются первые две цифры, это год зачисления студента! Пример: «04008» → “008”

- Затем разбивается на вариант. Пример «008» → это первая цифра “00”, а вторая цифра это “8”.

Получается из таблицы №1 первая цифра «00» - бензиновый двигатель, четырех цилиндровый с V – образным расположением, выбранный прототип двигателя – МеМЗ – 245, перечень деталей и систем, необходимых для решения 2, 4, 5, 6 (берутся в конце методического указания). Из таблицы №2 первая цифра «00», а вторая «8», мощность двигателя $N_e=41$ кВт, номинальные обороты вращения коленчатого вала $n=5500$ об/мин, степень сжатия $\epsilon=9,3$.

Выбор задания для очной формы обучения:

Задание выдает ведущий лектор.

Методика выполнения контрольной работы

Технико-экономическое обоснование

Выполнение контрольной работы следует начинать с детального рассмотрения материалов по существующим аналогичным с заданным

двигателям. На основании изучения этих материалов должен быть проведен краткий анализ положительных и отрицательных качеств прототипа (приложение 1).

В связи с тем, что проектируемый двигатель должен иметь лучшие технико-экономические показатели, чем у прототипа, необходимо правильно наметить конструктивные мероприятия, позволяющие решить поставленную задачу.

В соответствии с намеченными конструктивными усовершенствованиями необходимо выбрать основные параметры двигателя, учитывая тенденцию их развития. В первую очередь выбираются: марка топлива, расчетный коэффициент избытка воздуха α , форма камеры сгорания и отношение хода поршня к диаметру цилиндра S/D . Выбор каждого параметра должен сопровождаться обоснованием с указанием причин, по которым выбрано о или иное значение.

После проведения технико-экономического анализа, обоснования конструктивных усовершенствований и выбора исходных показателей проектируемого двигателя можно приступать к тепловому расчету.

Все расчеты в контрольной работе должны выполняться в Международной системе единиц (СИ).

Тепловой расчет двигателя

Цель теплового расчета – теоретически исследовать процессы, происходящие в цилиндре двигателя; выявить факторы, влияющие на их протекание и показатели двигателя; рассчитать параметры газа в характерных точках диаграммы и построить индикаторную диаграмму; определить среднее индикаторное и эффективное давление и КПД двигателя; определить основные размеры двигателя (D и S), обеспечивающие требуемую мощность; оценить экономичность двигателя.

Приступая к тепловому расчету, необходимо:

- в соответствии с найденной мощностью двигателя, с учетом последних достижений в области двигателестроения, ориентируясь на прототип, наметить возможные пределы среднего эффективного давления, экономичности (удельный расход топлива) и скоростного режима;
- выбрать и указать способ смесеобразования, тип камеры сгорания и наличие турбонаддува;
- выбрать тип и указать фазы газораспределения, типы систем охлаждения, смазки и пуска проектируемого двигателя;
- произвести расчет для полной (номинальной) мощности с учетом индивидуального задания, особенностей проектируемого двигателя и условий окружающей среды;

- изучить теоретическую индикаторную диаграмму четырехтактно-го двигателя.

При проведении теплового расчета необходимо пользоваться учебниками [1-2], справочной литературой и конспектом лекций.

При выполнении курсового проекта при помощи электронного шаблона обращать внимание на подсказки и производить постоянный контроль вводимых значений.

При выполнении теплового расчета следует обратить особое внимание на точность, так как ошибка в подсчете одного показателя влечет за собой искажение всего расчета. В связи с этим рекомендуется основные параметры теплового расчета проектируемого двигателя сопоставлять с соответствующими параметрами существующих прогрессивных двигателей аналогичного типа. При существенных отличиях расчетных параметров от сопоставляемых, расчет необходимо уточнить, а в отдельных случаях необходимо изменить и принятые для расчета величины и коэффициенты.

Тепловой расчет ведется для одного номинального режима работы двигателя.

Примеры теплового расчета дизеля, дизеля с турбонаддувом, а также бензинового двигателя приведены в учебнике А.В. Николаенко [1, с.90-102]. Один из этих примеров следует взять за основу при выполнении теплового расчета двигателя согласно индивидуальному заданию. Так же вы можете воспользоваться рекомендациями, разработанными по тепловому расчету двигателя на кафедре «Автомобили и тракторы».

Перед началом теплового расчета двигателя рекомендуется повторить главу 2 «Процессы действительных циклов двигателей» [1, с.13-60], что позволит правильно выбрать значения различных показателей и коэффициентов, которые будут использованы при выполнении теплового расчета.

Следует обратить особое внимание на выбор в зависимости от типа двигателя (дизель, дизель с наддувом, бензиновый), типа камеры сгорания, частоты вращения коленчатого вала и численных значений коэффициентов наполнения η_v , избытка воздуха α , степени повышения давления λ , показателей политропы сжатия n_1 и расширения n_2 и др.

Построение индикаторной диаграммы двигателя

После теплового расчета производится построение индикаторной диаграммы

Построение индикаторной диаграммы может осуществляться одним из способов – графическим и аналитическим.

1. При построении индикаторной диаграммы графическим способом ее масштабы рекомендуется выбирать с таким расчетом, чтобы получить высоту диаграммы, равную 1,2...1,7 ее основания (см. приложение 2). Для этого на оси абсцисс откладывается отрезок АВ, соответствующий рабочему объему цилиндра, а по величине равный ходу поршня.

Отрезок ОА, соответствующий объему камеры сгорания, мм:

$$OA = \frac{AB}{\varepsilon - 1}$$

Масштаб давлений (МПа/мм) рекомендуется выбрать:

$$m_p = 0,02; 0,025; 0,04; 0,05; 0,07...0,10.$$

2. По данным теплового расчета на диаграмме откладываются в выбранном масштабе величины давлений в характерных точках а,с,z,b,г.

3. Политропы сжатия и расширения строятся аналитическим или графическим методом.

При аналитическом методе вычисления ряда точек политроп для промежуточных объемов P_x (МПа), расположенных между V_c и V_a , производится по уравнению политропы

$PV^n = \text{const}$:

- для политропы сжатия

$$P_x = P_a \left(\frac{V_a}{V_x} \right)^{n_1};$$

- для политропы расширения

$$P_x = P_b \left(\frac{V_b}{V_x} \right)^{n_2} = P_b \left(\frac{V_a}{V_x} \right)^{n_2}.$$

При графическом методе используют наиболее распространенный способ Брауэра

Действительная индикаторная диаграмма отличается от расчетной, так как в реальном двигателе за счет опережения зажигания рабочая смесь воспламеняется до прихода поршня в ВМТ, повышая давление в конце процесса сжатия; процесс видимого сгорания происходит при изменяющемся объеме; действительное давление конца видимого сгорания $P_{zd} = 0,85P_z$; открытие выпускного клапана до прихода поршня в ВМТ снижает давление в конце расширения. Положение точки с' зависит от угла опережения зажигания, а положение точки с" ориентировочно определяется по выражению Расстояние точки z_d от оси ординат зависит от жесткости работы двигателя и находится в пределах 10...15° поворота кривошипа от ВМТ. Положение точки b' определяет угол предварения выпуска, а точку

b" обычно располагают между точками b и a. Для проверки теплового расчета и правильности построения индикаторной диаграммы находят значение P_i , МПа.

Индикаторная диаграмма дизеля строится аналогично индикаторной диаграмме бензинового двигателя. Различие будет только при построении политропы расширения, которую строят из точки z, а не из точки z'

Отрезок z'z для дизелей, работающих по циклу со смешанным подводом теплоты: $z'z = OA(\rho-1)$.

При построении индикаторной диаграммы аналитическим методом используются полученные в результате теплового расчета значения давлений в характерных точках диаграммы P_a, P_c, P_z, P_b , а также значения показателя политропы n_1 и n_2 , степеней ϵ . Следовательно, расчет сводится к определению промежуточных значений политроп сжатия и расширения в зависимости от угла поворота коленчатого вала.

Определяем условный размер камеры сгорания S_c и S_z :

$$S_c = \frac{S}{\epsilon - 1};$$

где: S – ход поршня, м;

ϵ - степень сжатия;

Рассчитываем путь поршня S_x при повороте коленчатого вала на каждые 15° или 30° с положения колена вала соответствующего ВМТ по формуле:

$$S_x = R \cdot \left[(1 - \cos \varphi) + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos 2\varphi) \right]$$

Рассчитываем текущее значение отношения S_x/S .

Определяем текущее значение политропы сжатия P_{xc} в зависимости от угла поворота коленчатого вала φ :

$$P_{xc} = P_a \cdot \left(\frac{S_c + S}{S_c + S_x} \right)^{n_1}$$

Определяем текущее значение политропы расширения P_{xz} в зависимости от угла поворота коленчатого вала φ :

$$P_{xb} = P_b \cdot \left(\frac{S_z + S}{S_z + S_x} \right)^{n_2}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу и по соответствующим точкам строим кривые индикаторной диаграммы.

Строим ось ординат – давление над поршнем и ось абсцисс – ход поршня. На оси абсцисс откладываем в масштабе отрезок равный ходу

поршня и отмечаем отрезки Sx/S в этом же масштабе. Для расчетного значения текущей координаты хода поршня от угла поворота коленчатого вала будут соответствовать расчетные значения политроп сжатия и расширения.

Индикаторные параметры рабочего цикла

1. Среднее теоретическое индикаторное давление, МПа:

а) для бензиновых двигателей

$$P_i' = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \cdot \left[\frac{\lambda}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right];$$

б) для дизелей

$$P_i' = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \left[\frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) + \lambda(\rho - 1) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right].$$

2. Среднее индикаторное давление (МПа)

$$P_i = \varphi \cdot P_i',$$

где φ - коэффициент полноты индикаторной диаграммы, который для четырехтактных двигателей составляет:

для бензиновых двигателей $\varphi = 0,94 \dots 0,97$;

для дизелей $\varphi = 0,92 \dots 0,95$.

3. Индикаторный КПД:

$$\eta_i = \frac{P_i l_o \alpha}{H_u \rho_k \eta_v}.$$

4. Индикаторный удельный расход топлива (г/кВт·ч)

$$g_i = \frac{3500}{H_u \eta_i}.$$

Эффективные показатели двигателя

1. Среднее давление механических потерь приближенно можно определить (МПа)

$$P_m = A + BV_{п. ср},$$

где A и B – эмпирические коэффициенты, значения которых для различных двигателей приведены в таблице 3;

$V_{п. ср}$ - средняя скорость поршня (м/с), предварительно принимаемая в соответствии с конструкцией и типом двигателя.

Таблица 3

Тип двигателя	A	B
Бензиновый с числом цилиндров до 6 и $S/D > 1$	0,049	0,0152
Бензиновый восьмицилиндровый с $S/D < 1$	0,039	0,0132
Бензиновый с числом цилиндров до 6 и $S/D < 1$	0,034	0,0113
Четырехтактный дизель с неразделенными камерами	0,089	0,0118
Предкамерный дизель	0,103	0,0153
Вихрекамерный дизель	0,089	0,0135

Среднее давление механических потерь P_m подсчитывается по приведенным формулам без учета качества применяемых масел, теплового состояния двигателя, качества поверхностей трения и наддува. Поэтому полученные значения P_m , прежде чем принимать в дальнейшие расчеты, необходимо критически оценить.

2. Среднее эффективное давление (МПа)

$$P_e = P_i - P_m,$$

3. Механический КПД

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i}.$$

4. Эффективный КПД

$$\eta_e = \eta_m \eta_i$$

5. Эффективный удельный расход топлива (г/кВт·ч)

$$g_e = \frac{3600}{H_u \eta_e}.$$

6. Часовой расход топлива (кг/ч)

$$G_T = N_e \cdot g_e \cdot 10^{-3}.$$

Основные размеры цилиндра и двигателя

1. Литраж двигателя (дм³)

$$V_n = \frac{30\tau N_e}{P_e n}.$$

2. Рабочий объем цилиндра (дм³)

$$V_h = \frac{V_n}{i}.$$

3. Диаметр цилиндра и ход поршня (мм)

$$D = 100\sqrt[3]{\frac{4V_h}{\pi S / D}}; S = \frac{S}{D} D.$$

Полученные значения S и D следует округлять до значений, предусмотренных ГОСТом. По окончательно принятым значениям S и D определяют основные параметры и показатели двигателя

$$(1) F_n = \frac{\pi D^2}{4}; \quad (2) V_l = \frac{\pi D^2 S i}{4 \cdot 10^5};$$

$$(3) N_e = \frac{P_e n V_l}{30\tau}; \quad (4) M_e = \frac{3 \cdot 10^4}{\pi} \cdot \frac{N_e}{n};$$

$$(5) G_T = N_e \cdot g_e \cdot 10^{-3}; \quad (6) v_{n.c.p.} = \frac{S n}{3 \cdot 10^4}.$$

При расхождении более 5% между ранее принятой величиной $v_{n.c.p.}$ и полученной, необходимо пересчитать эффективные параметры двигателя.

Оформление контрольной работы

Записку выполняют на стандартной писчей бумаге формата А4 с одной стороны.

На всех страницах текста записки необходимо оставить слева поле шириной 20 мм. Пояснительная записка должна быть написана аккуратно, технически грамотно, с поясняющими текст расчетными схемами, эскизами и рисунками, с необходимыми ссылками на литературу.

Запись вычислений производить по схеме: формула – численное значение величин – результат – размерность.

Окончательно пояснительная записка оформляется в обложке с титульной надписью согласно приложения 3.

Чертежи проекта вычерчиваются в карандаше на листах миллиметровой бумаги формата А4 с обязательным соблюдением всех требований действующих стандартов на выполнение чертежей.

В правом нижнем углу чертежей обязательно выполняется в соответствии с ГОСТом основная надпись.

Защита контрольной работы

Защита контрольной работы производится на кафедре «Автомобили и тракторы».

При защите контрольной работы необходимо кратко доложить основные параметры и особенности конструкции спроектированного двигателя и сделать четкое обоснование принятых в процессе выполнения работы технических решений.

Защищающийся должен твердо знать конструкцию и работу каждого узла двигателя, преимущества и недостатки конструкции, тенденции развития силовых установок.

Литература

Список основной литературы

1. Теория автомобильных двигателей//Тарасик В. П. Теория автомобилей и двигателей[текст]:Учебное пособие/В.П.Тарасик,М.П.Бренч.-2-е изд.,испр.-Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М,2015.-Разд.І – С 12-147.
2. Автомобильные двигатели [текст]: учебник для студ.вузов по спец. «автомобили и автомобильное хозяйство» и «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования» /М. Г. Шатров[и др.]; под ред. М. Г.Шатров. – Москва: Академия, 2010. - 464с. – Библиогр.:с. 458.
3. Автомобили: Учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский; Под ред. А.В. Богатырева. - 3-е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 655 с.

Список дополнительной литературы

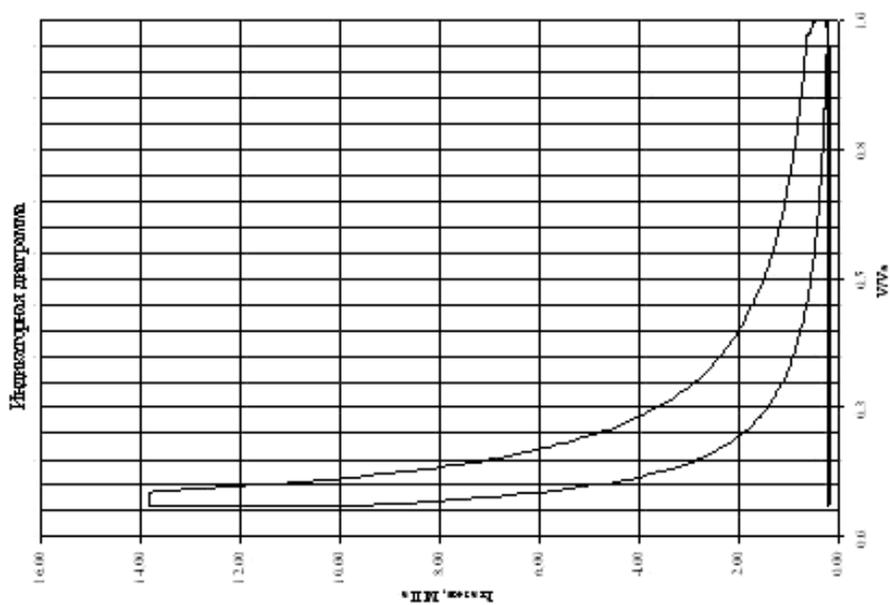
1. Суркин В. И. Основы теории и расчета автотракторных двигателей [текст]: курс лекций: учебное пособие/ В. И. Суркин. – Санкт-Петербург: Лань, 2013,-304с. – Библиогр.: с. 291-292.
2. Кулаков, А.Т. Особенности конструкции, эксплуатации, обслуживания и ремонта силовых агрегатов грузовых автомобилей [Электронный ресурс] / А.Т. Кулаков, А.С. Денисов, А.А. Макушин. - М.: Инфра-Инженерия, 2013. - 448 с.
3. Тракторы и автомобили: Учебник/А.В.Богатырев, В.Р.Лехтер - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 425 с.

Приложение 1

Параметры	МеМЗ – 245	ЯМЗ – 236	УЗАМ – 311	ЗИЛ – 130	ЗИЛ – 645	ЗМЗ – 53	ЗМЗ – 402	ЗМЗ – 4062.10	КамАЗ – 740	ВАЗ – 2106	ВАЗ – 2108	ВАЗ – 1111
Номинальная мощность N_e , кВт.	37,5	132,4	55,2	110,3	136,0	84,4	69,9	106,6	154,4	58,8	47,8	22
Частота вращения коленчатого вала при номинальной мощности n_n , мин ⁻¹ .	5500	2100	5800	3200	2800	3200	4500	5200	2600	5400	5600	5600
Число и расположение цилиндров i .	4 – P	6 – V	4 – P	8 – V	8 – V	8 – V	4 – P	4 – P	8 – V	4 – P	4 – P	2 – P
Степень сжатия ϵ .	9,5	16,5	8,8	6,5	18	6,7	8	9,3	17	8,5	9,9	9,6
Диаметр цилиндра D , мм.	72	130	82	100	110	92	92	92	120	79	76	76
Ход поршня S , мм.	67	140	70	95	115	80	92	86	120	80	71	71
Рабочий объем цилиндров двигателя V_d , дм ³ .	1,091	11,14	1,478	5,966	8,74	4,252	2,445	2,28	10,85	1,57	1,288	0,644
Скорость поршня v_p , м/с.	12,28	9,8	13,53	10,13	10,73	8,53	13,8	13,5	10,4	13,15	13,25	
Среднее эффективное давление P_e , МПа.	0,81	0,679	0,77	0,70	0,669	0,74	0,76	0,75	0,658	0,78	0,795	
Номинальный удельный расход топлива g_e , г/кВт ч.	285	238	307	327	224	313	307	265	224	303	302	

Продолжение приложения 1

Параметры	ВА3 – 2110	ВА3 – 2111	ВА3 – 2112	ВА3 – 341	ВА3 - 343	ВА3 - -11113	ВА3 - 2130	3М3 – 402.10	3М3 – 4021.10	ВА3 - 2123	ВА3 - 21203
Номинальная мощность N_e , кВт.	53	58,3	68	39	46	26,5	60	73,5	66,2	58,5	74
Частота вращения коленчатого вала при номинальной мощности n_N , мин ⁻¹ .	5600	5600	5600	4800	4600	5600	5400	4500	4500	5000	5200
Число и расположение цилиндров i .	4 – P	4 – P	4 - P	4 – P	4 - P	2 - P	4 – P	4 – P	4 – P	4 – P	4 - P
Степень сжатия ϵ .	9,8	9,8	10,5	23	23	9,9	9,3	8,2	6,7	9,3	10,5
Диаметр цилиндра D , мм.	82	82	82	76	82	82	82	92	92	82	82
Ход поршня S , мм.	71	71	71	84	84	71	84	86	86	80	94
Рабочий объем цилиндров двигателя $V_{л}$, дм ³ .	1,5	1,5	1,5	1,524	1,774	0,75	1,774			1,69	1,985
Скорость поршня $v_{п}$, м/с.											
Среднее эффективное давление P_e , МПа.											
Номинальный удельный расход топлива g_e , г/кВт ч.								285,6	292,4		280



Оглавление

Объем и содержание контрольной работы	3
Методика выполнения контрольной работы	9
Тепловой расчет двигателя	10
Построение индикаторной диаграммы двигателя	11
Индикаторные параметры рабочего цикла	14
Эффективные показатели двигателя	14
Основные размеры цилиндра и двигателя	15
Оформление контрольной работы	16
Защита контрольной работы	17
Литература	18
Приложение 1	19
Приложение 2	21

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Автомобили и тракторы»

Контрольная работа

**«Расчет двигателя внутреннего сгорания
ВАЗ - 2108»**

Выполнил студент:
(фамилия, и. о.) _____

Группы:

Проверил:
(фамилия, и. о.) _____

Составители: Вертей М. Л.
 Булаев Е. А.
 Федюнин П.И.

Силовые агрегаты

*Методические указания к контрольной работе
для студентов по направлению подготовки 23.03.03
Эксплуатация транспортно-технологических машин и ком-
плексов*

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка В.Я. Вульферт

Подписано к печати __ __ 20__ г. Формат 40×64^{1/14}
Объем 1,5 уч.-изд. л. Изд. №__ Заказ №__
Тираж 50 экз.

Отпечатано в мини-типографии Инженерного института Новосибирский ГАУ
630039, Новосибирск, ул. Никитина, 147